

INTRODUCCIÓN

El excelente libro *Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado para edificaciones* de los Ingenieros **Enrique Arnal** y **Salomón Epelboim**; realizado en el año 1.984 bajo solicitud y auspicios del Ministerio del Desarrollo Urbano de la República de Venezuela; editado por la Fundación Juan José Aguerrevere, Fondo Editorial del Colegio de Ingenieros de Venezuela; y basado en la Norma de *Estructuras de concreto armado para edificios* Covenin-Mindur 1753, en la Norma para *Edificaciones antisísmicas* Covenin-Mindur 1756, en la Norma de *Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur 2002, en la Norma para el *Cálculo de la acción del viento en el proyecto de edificaciones* Covenin-Mindur y en la vasta experiencia de los autores, ha sido durante muchos años referencia obligada para el diseño de estructuras de concreto armado.

El éxito de este libro fue notable, y se agotó la existencia de todas sus ediciones. Actualmente solo circulan los ejemplares que tenemos quienes pudimos adquirirlo en su oportunidad. Más allá de ser un manual, esta obra constituye un libro de texto.

Mucha de la información contenida en este manual es perecedera, puesto que está referenciada a la normativa vigente para la época. Sin embargo, contiene información invaluable de carácter teórico, además de criterios para el buen diseño, que trascienden al tiempo y a las sucesivas normas. Es por este motivo que me he dado a la tarea de digitalizar algunos capítulos que siguen –y seguirán– vigentes, para el libre acceso de aquellos colegas que lo requieran. Cabe acotar que queda a juicio del ingeniero proyectista seguir los criterios expuestos en este texto, cuando sean aplicables, puesto que no son prescriptivos.

Antolín Martínez A.
Puerto Ordaz, Enero 2010

CAPÍTULO 11

Criterios de estructuración. Configuración estructural.

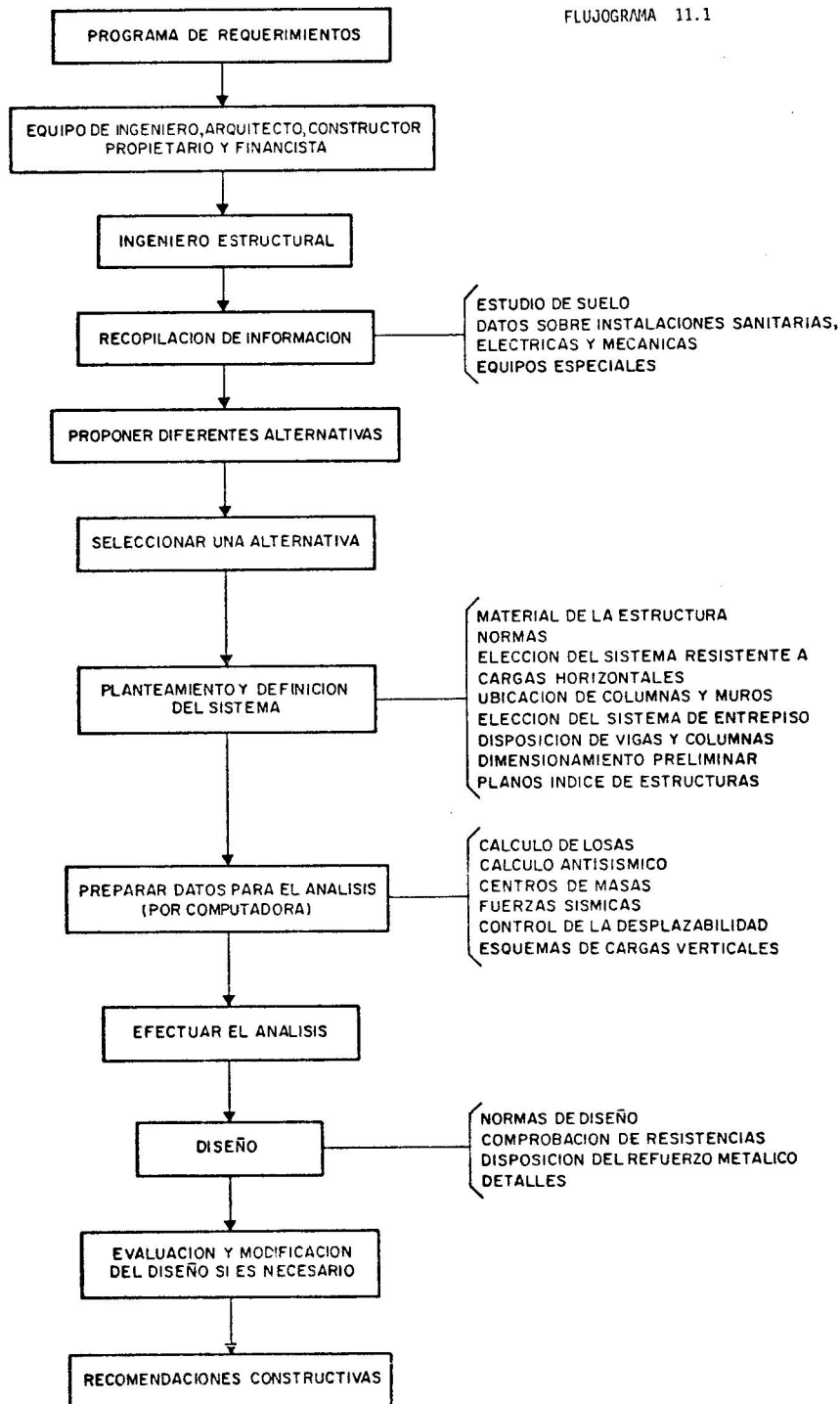
CAPITULO

11

*Criterios de Estructuración.
Configuración Estructural*



FLUJOGRAMA 11.1





11.1 CRITERIOS GENERALES PARA LA ELECCIÓN DEL SISTEMA EN EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO.

11.1.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales se clasifican desde el punto de vista de la resistencia a cargas verticales, atendiendo al tipo de losa empleada, de acuerdo con el siguiente cuadro:

SISTEMA	ELEMENTOS PRINCIPALES	TIPOS DE LOSAS
Con Vigas	<div> <div>Losas</div> <div> Macizas Nervadas </div> </div> <div> Vigas Columnas o Pantallas Fundaciones </div>	<div>Armadas en 1 Dirección</div> <div>Armadas en 2 Direcciones</div>
Sin Vigas	<div> <div>Losas</div> <div> Reticulares Fungiformes </div> </div> <div> Columnas o Pantallas Fundaciones </div>	



Desde el punto de vista de la resistencia a cargas horizontales, los sistemas estructurales pueden clasificarse según el siguiente cuadro:

SISTEMA	ELEMENTOS PRINCIPALES
Pórtico	Vigas y Columnas
Pórtico con Diagonales	Vigas, Columnas y Diagonales
Fachada Resistente	a) Aporticada: Vigas y Columnas muy próximas. b) De Diagonales: vigas, columnas y diagonales. c) De Pantallas: columnas, pantallas y vigas. d) Tubo en Tubo: vigas y columnas muy próximas y núcleo de pantallas. e) Con Diafragmas de Conexión: vigas y columnas muy próximas en fachada, líneas internas de vigas y columnas uniendo las fachadas.
Combinación de Sistemas	Pórticos + Pantallas
Otros Sistemas	



11.2 IDEAS GENERALES SOBRE LA ELECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Resulta difícil establecer reglas generales para la elección del sistema estructural y para la organización de los elementos resistentes, se requiere un conocimiento firme de las formas estructurales y su comportamiento e imaginación para adaptarlas al problema específico planteado.

11.3 ELECCIÓN DEL TIPO DE ENTREPISO

La elección del tipo de entrepiso debe hacerse conjuntamente con la selección del sistema resistente a fuerzas horizontales, para lograr un conjunto estructural que funcione coherentemente.

Pero, para ordenar más fácilmente la exposición se tratarán separadamente ambos problemas.

Los factores principales en la elección del tipo de entrepiso son:

- Expresión arquitectónica que se desea lograr con la losa
- Luces
- Cargas
- Costo de materiales
- Costo de mano de obra
- Factores constructivos
- Aislamiento acústico
- Aislamiento térmico.

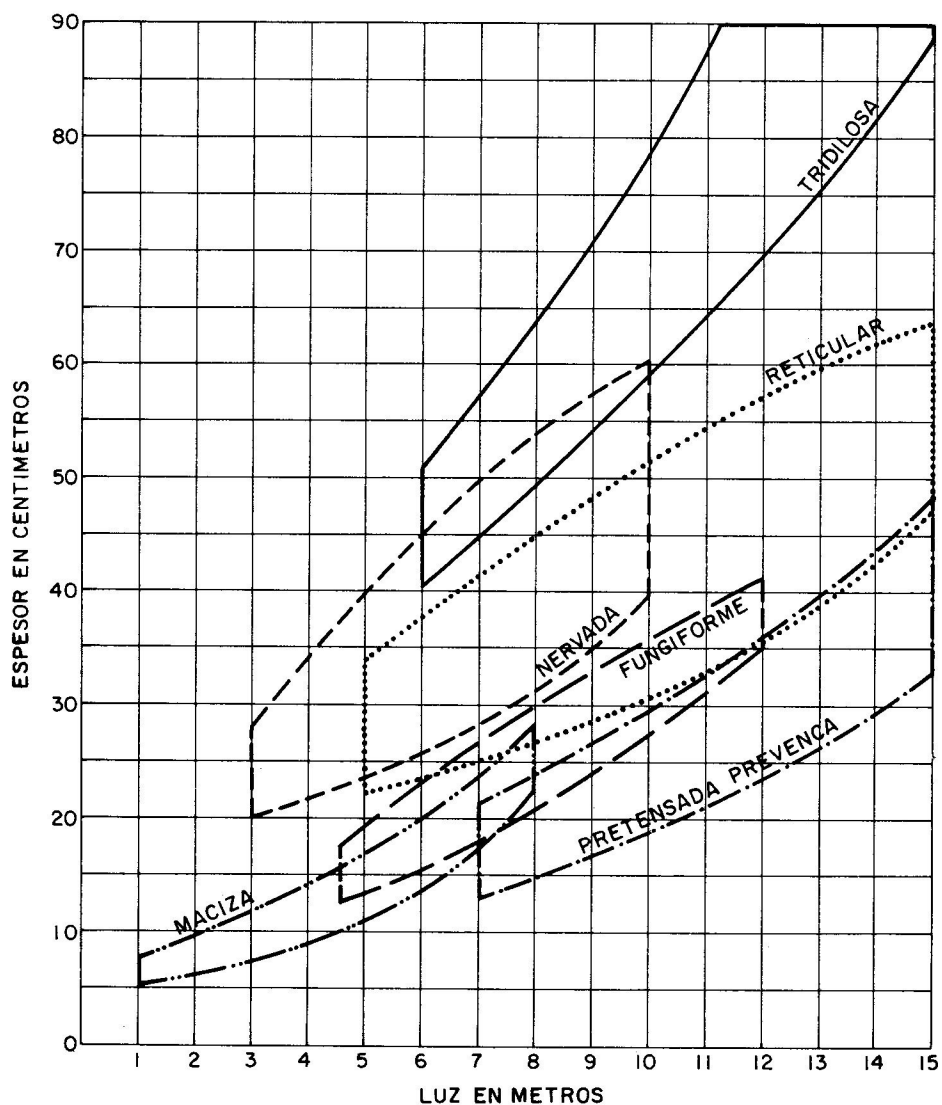
De los factores anteriores trataremos solo los puntos relativos a luces y cargas.

11.3.1 LUCES

Este es uno de los factores más influyentes en el tipo de estructura, tanto desde el punto de vista resistente: posibilidad de soportar las cargas sin excesivas deformaciones; como por las implicaciones arquitectónicas.



En el cuadro siguiente se indican los espesores de diversos tipos de losas en relación con la luz. Para fines comparativos están agrupados en un mismo gráfico los distintos elementos:





11.4 UBICACION DE COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS

Se determinará la ubicación de columnas (o pantallas) atendiendo a las características arquitectónicas del edificio y tomando en cuenta aspectos económicos y estructurales.

En relación con los aspectos económicos se incluyen luego procedimientos de comparación de alternativas.

Con respecto a los aspectos estructurales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

La ubicación de las columnas determinará la luz de las losas y vigas, por lo cual deberán tomarse en cuenta los criterios establecidos en el cuadro de luces para losas incluido antes.

Deberán establecerse al ubicar las columnas, líneas de resistencia claramente definidas en las direcciones principales del edificio, formando sistemas estructurales que puedan ser analizados en forma simple y de tal modo que el esquema estructural a que ellos se reduzcan, permita un estudio de su comportamiento ajustado a la realidad.

Esto no implica restricciones a la libertad arquitectónica.

Después de elegido el sistema de losas a emplear y la ubicación de las columnas, se determina la dirección de las vigas principales de carga y la dirección en que se armarán las losas (en placas armadas en una dirección) esto puede hacerse atendiendo a los siguientes criterios:

- Requerimientos arquitectónicos de los diversos ambientes, a fin de que los espacios no queden condicionados indebidamente por la presencia de vigas o por dimensiones inadecuadas de ellas.
- Resulta más económico disponer las vigas principales en el sentido de las luces largas y las losas en el de las cortas.



- La disposición señalada en el punto anterior es también la mejor para las vigas antisísmicas, pues así resultan más rígidas con menor altura en relación con las vigas principales.
- Debe darse adecuado apoyo a escaleras, voladizos, etc..

La elección del sistema estructural adecuado, la correcta ubicación de las columnas, la fijación acertada de las luces de vigas y losas, etc., determinan desde el inicio las características económicas de la estructura. Si se elige un partido estructural inadecuado, la obra será siempre costosa aunque se afine mucho en el diseño de los diversos elementos.

11.5 ELECCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE A FUERZAS HORIZONTALES

En general se tratará aquí el caso de edificios altos, entendiendo por tales, los edificios en los cuales los requerimientos de resistencia a fuerzas horizontales y de limitación de los desplazamientos que ellas producen, son más importantes que los requerimientos de resistencia a cargas verticales, en cuanto a las dimensiones de los elementos estructurales, a su disposición y a su costo.

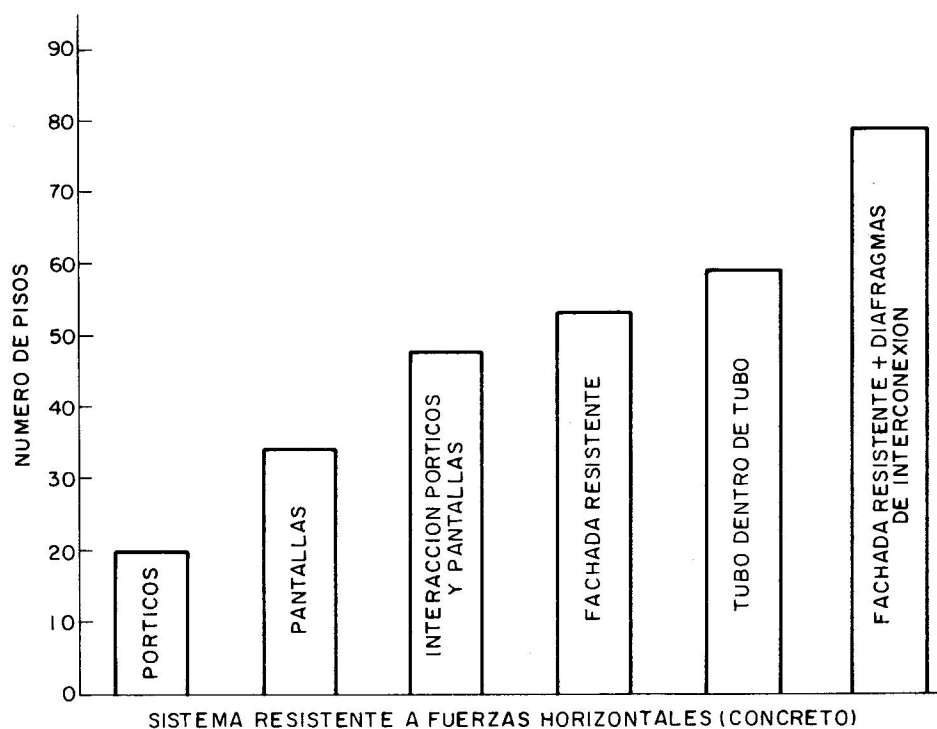
En los edificios bajos el sistema de pórticos es el más sencillo y económico en la construcción tradicional, mientras que en la construcción industrializada puede resultar bastante competitivo el sistema de pantallas, que satisfacen a la vez exigencias estructurales y de cerramiento.

En los edificios altos los factores preponderantes en la elección del sistema son los siguientes:

- Altura del edificio
- Características del terreno de fundación
- Requerimientos arquitectónicos
- Relaciones de costos entre mano de obra y materiales
- Otros factores.



La influencia de la altura o número de pisos del edificio en la elección del sistema resistente a fuerzas horizontales se resume en los siguientes gráficos:



(Los límites señalados, se dan solo como una guía que tiene que ser aplicada con buen criterio de acuerdo con las características de cada edificio en particular).



Si se desean luces grandes o un número de pisos, resulta difícil cumplir las restricciones de desplazabilidad en un edificio aporticado y es necesario pasar a sistemas más rígidos o más eficaces.

Los sistemas de pórticos y pantallas son muy utilizados. Se suele concentrar las pantallas formando un núcleo de gran resistencia en torno a la zona de servicios y circulación vertical y se enlazan a ella los pórticos.

El sistema de cinturón rigidizante ha sido usado en Venezuela para ser menos deformables edificios que tuvieron daños de tabiquería en el sismo de 1967. Así mismo, los sistemas de fachada resistente son muy importantes.

En edificios altos es muy importante trabajar simultáneamente en los aspectos de distribución arquitectónica y de planteamiento del sistema resistente a fuerzas horizontales a fin de armonizar las exigencias del uso del edificio con la necesidad de resistir las elevadas sollicitaciones por acción sísmica o por acción de viento que se puedan presentar.

Se debe seleccionar atendiendo a razones de tipo arquitectónico, el sistema estructural que mejor se adapte al uso del edificio y verificar luego este planteamiento tentativo atendiendo a consideraciones de resistencia y desplazabilidad.

Aunque es muy difícil establecer criterios generales sobre este punto, se pueden mencionar los siguientes aspectos básicos:

- Los sistemas aporticados, o de esqueleto estructural, como se ha dicho antes, proporcionan la mayor libertad y flexibilidad para la disposición del espacio interno. Si las luces son muy grandes y el número de pisos alto, resulta difícil cumplir la norma de desplazabilidad con este sistema.



- Los sistemas de pantallas requieren un planteamiento cuidadoso para evitar fuertes torsiones en planta; debe hacerse una distribución regular de las pantallas, estableciendo simetría preferentemente.
- Los grandes muros de concreto tienden a limitar la flexibilidad en la distribución de los espacios internos, por lo cual en los edificios donde el uso requiere gran versatilidad, como por ejemplo, en los edificios de oficina, resulta muy conveniente ubicar las pantallas limitando las áreas de circulación vertical y de servicios.
- Los sistemas de fachada resistente, si bien condicionan bastante el aspecto externo del edificio, facilitan mucho la organización del espacio interno.
- Los edificios con pisos suspendidos, permiten tener en la planta baja grandes espacios abiertos por no existir columnas en las fachadas, en los edificios sobre pilotes, esta ventaja puede extenderse a los demás pisos del edificio.

11.6 DIMENSIONAMIENTO

11.6.1 GENERALIDADES

Después de establecido el sistema estructural que se considere más conveniente de acuerdo con las ideas expuestas anteriormente, conviene hacer una estimación de las dimensiones de los diversos elementos de la estructura, para apreciar su influencia sobre los ambientes de la edificación, para tener una idea de costos y para calibrar la resistencia y rigidez del edificio. Esta estimación preliminar puede hacerse por métodos aproximados, basados en los anchos tributarios de las vigas y en las áreas tributarias de las columnas.



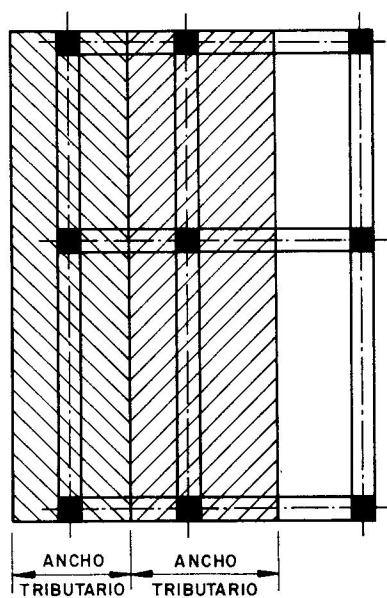
Posteriormente cuando ya se haya adoptado una determinada alternativa se hará un dimensionamiento definitivo, basándose en las cargas transmitidas por las losas, las cuales se calcularían previamente para la alternativa elegida.

11.6.2 DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR

11.6.2.1 VIGAS

a) Las cargas de las losas sobre las vigas se reparten atendiendo al ancho tributario de la viga.

b) Se denomina ancho tributario de la viga el promedio de las distancias a las vigas vecinas.



c) Para edificios de vivienda se puede tomar la carga indicada en la Tabla.

d) El momento de diseño de la viga se considerará igual al momento de empotramiento (M.E.).

e) Las dimensiones se determinarán por los métodos ordinarios de diseño de vigas.



CARGAS PERMANENTES EN EDIFICIOS

h cm	Peso de los Elementos en kg/m ²					
	Losa Nervada	Viga	Columna	Piso + Friso	Tabiques	Total
20	270	100	100	150	220	840
25	315	125	100	150	220	910
30	360	140	100	150	220	970

11.6.2.2 COLUMNAS

Pueden establecerse los siguientes criterios para el dimensionamiento preliminar de las columnas de edificios situados en regiones sísmicas:

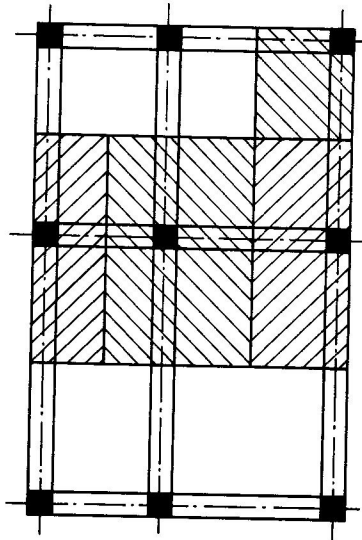
a) Determinar la carga axial en la columna atendiendo a su área tributaria.

b) El área tributaria de la columna es la superficie soportada directamente por ella y determinada por rectas trazadas por la mitad de las distancias a las columnas vecinas (ver figura anexa).

c) La carga en el área tributaria puede tomarse de la tabla anterior.

d) La carga total P en la columna puede estimarse por la expresión:

$$P = \text{Carga} \times \text{Área tributaria} \times N$$



Siendo:

N = Número de pisos soportados por la columna que se considera.

e) El área de una columna de concreto armado puede estimarse por la fórmula:

$$A_c = \frac{P}{\alpha f'_c}$$

Siendo α un factor que toma en cuenta el mayor efecto de la acción sísmica sobre las columnas esquineras y de borde, así como también el hecho desfavorable de la menor dimensión de esas columnas.



En la práctica se emplean frecuentemente las siguientes expresiones:

Columnas esquineras: f'_c 200 210 250 300

$$A_c = \frac{P}{0.20 f'_c} \quad 40 \quad 42 \quad 50 \quad 60$$

Columnas de borde:

$$A_c = \frac{P}{0.25 f'_c} \quad 50 \quad 52,5 \quad 62,5 \quad 75$$

Columnas centrales:

$$A_c = \frac{P}{0.28 f'_c} \quad 56 \quad 58,8 \quad 70 \quad 84$$

f) Conocida el área se fijan las dimensiones por razones arquitectónicas y de rigidez.

11.6.2.3 DESPLAZABILIDAD

Si se predimensionan las vigas y columnas en la forma antes señalada, un edificio de luces normales no deberá tener problemas para resistir las cargas verticales y horizontales en forma económica. Sin embargo, es conveniente limitar las deformaciones del edificio bajo fuerzas horizontales, a fin de evitar daños a frisos, tabiques, etc..

El desplazamiento relativo de un piso con respecto a otro puede calcularse por medio de la siguiente fórmula, derivada del método de rotaciones:

$$\delta = \frac{Th^2}{12 E_d} \left(\frac{1}{K_c} + \frac{1}{K_v} \right)$$



Siendo:

δ = Desplazamiento relativo

T = Fuerza cortante en el nivel considerado

h = Altura de piso

Ed = Módulo de elasticidad dinámico (para el concreto: $Ed = \frac{21000}{15.100} \sqrt{f'_c}$)

Kc = Sumatoria de los valores K de las columnas del piso.

Kv = Sumatoria de los valores K de las vigas del nivel donde se aplica T.

$$K = \frac{I}{L}$$

11.6.2.4 DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE VIGAS ANTISISMICAS.

Se acostumbra hacer el cálculo de las dimensiones de estas vigas, no por carga vertical que en ellas es muy pequeña, sino por el criterio de desplazabilidad, para lo cual puede usarse la fórmula anterior igualando δ al desplazamiento relativo permitido y despejando $\sum Kv$.

11.6.3 COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Puede resultar conveniente disponer de un procedimiento rápido que permita comparar diversas alternativas, a fin de escoger la que resulte más económica, o se considera más adecuada.

Dada una determinada planta, para un uso específico y ya escogido el material de la estructura, el área total de las columnas no



cambiará sustancialmente por modificaciones en las luces o en la disposición de los elementos estructurales de la planta, pues dicha área de columnas es función principalmente de la carga total que actúa sobre ellas. En cambio, el material de las vigas sí puede reducirse con una adecuada estructuración.

Puede demostrarse fácilmente, que en vigas de igual escuadría las áreas están en proporción a la raíz cúbica del cuadrado de los momentos resistentes:

$$\frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^{2/3}$$

11.6.4 PLANOS INDICE

Una vez adoptada una solución estructural que satisfaga las exigencias de la arquitectura, y las de resistencia y rigidez, se pueden elaborar los planos índices de las diversas plantas, donde se representan los diversos elementos estructurales de cada uno de los pisos distintos del edificio.

11.6.5 DIMENSIONAMIENTO DEFINITIVO

Después de adoptada definitivamente una solución estructural, que satisfaga las exigencias arquitectónicas y económicas; así como las exigencias de las normas de desplazabilidad según lo explicado antes, se procede al dimensionamiento definitivo, mediante el empleo de procedimientos más precisos o rigurosos que los indicados para el dimensionamiento preliminar.

En edificios poco importantes se omite el dimensionamiento preliminar y se trabaja directamente en el definitivo.



Para proceder a dimensionar las vigas y columnas es necesario el análisis previo de las losas con objeto de conocer con precisión las reacciones o cargas que producen sobre las vigas, pudiéndose hacer un cálculo más exacto.

11.6.5.1 DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS DE CARGA

El procedimiento que se sigue en la práctica para el dimensionamiento definitivo, puede resumirse en los siguientes pasos:

Determinación de las cargas sobre las vigas así:

- Reacciones producidas por las losas según análisis previo de ellas.
Peso propio de las vigas basándose en las dimensiones obtenidas en el estudio preliminar.
Peso de las paredes. Debe incluirse como carga sobre las vigas, el peso de las paredes que actúen directamente sobre ellas, aunque se halla considerado peso de tabiques en el cálculo de las losas.
- Cálculo de los momentos de empotramiento producidos en cada uno de los tramos por las cargas calculadas antes.
- Determinación de las dimensiones de las vigas a partir del momento de empotramiento que se considere como más representativo y atendiendo a razones arquitectónicas o constructivas para fijar la escuadría.
- Cálculo de las reacciones isostáticas de las vigas sobre las columnas, las cuales se usarán posteriormente para el dimensionamiento de dichas columnas.



11.6.5.2 DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS SISMICAS

Generalmente no es necesario un nuevo dimensionamiento de ellas, manteniéndose los valores obtenidos en el estudio preliminar.

Si se hubieren introducido modificaciones al esquema original de la estructura, se hará el dimensionamiento de las vigas antisísmicas siguiendo el procedimiento indicado en el dimensionamiento preliminar.

11.6.5.3 DIMENSIONAMIENTO DEFINITIVO DE COLUMNAS.

Se hace a partir de las reacciones isostáticas de las vigas, calculadas como se explicó en el punto anterior.

11.6.5.4 CONTROL DE DESPLAZABILIDAD.

Si ha habido cambios grandes de luces o dimensiones en relación con el dimensionamiento preliminar, deberá hacerse un control de desplazabilidad en la forma ya estudiada.

11.6.5.5 PLANOS INDICE.

Es una práctica recomendable incluir en los planos índice a que se hizo referencia antes, anotaciones con las dimensiones definitivas de las vigas de carga y antisísmicas de los niveles representados.



11.7 RECOMENDACIONES GRAFICAS SOBRE ESTRUCTURACION

Como ya se ha dicho, resulta difícil establecer reglas concretas de estructuración de edificios. Para ejemplificar mejor los criterios aquí recomendados se incluyen a continuación una serie de gráficos con soluciones consideradas inadecuadas y las recomendaciones para una mejor estructuración.

Al final se incluyen ejemplos de estructuras de algunos edificios altos que se consideran interesantes en relación con los criterios que se han venido exponiendo.

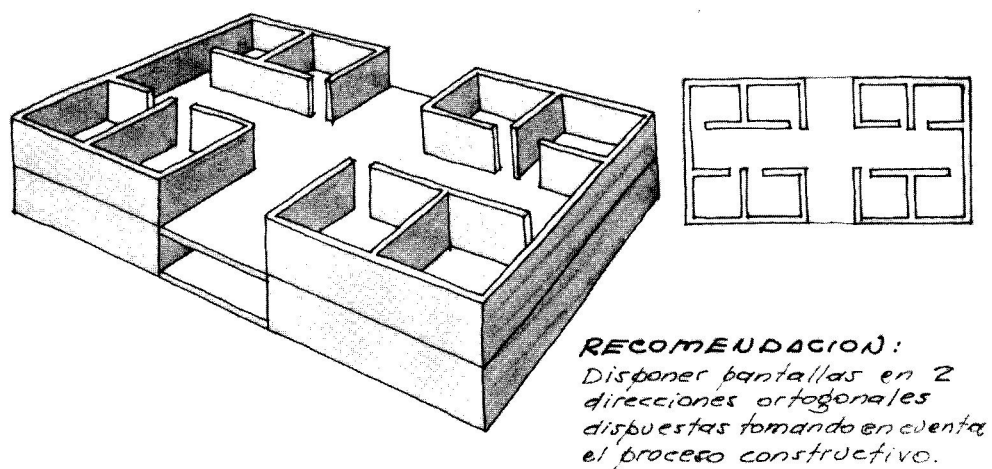
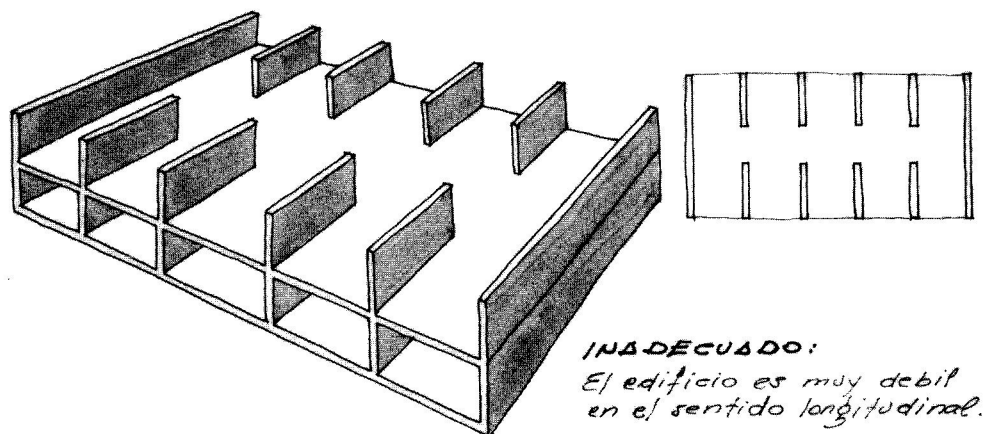


FIGURA 11.1

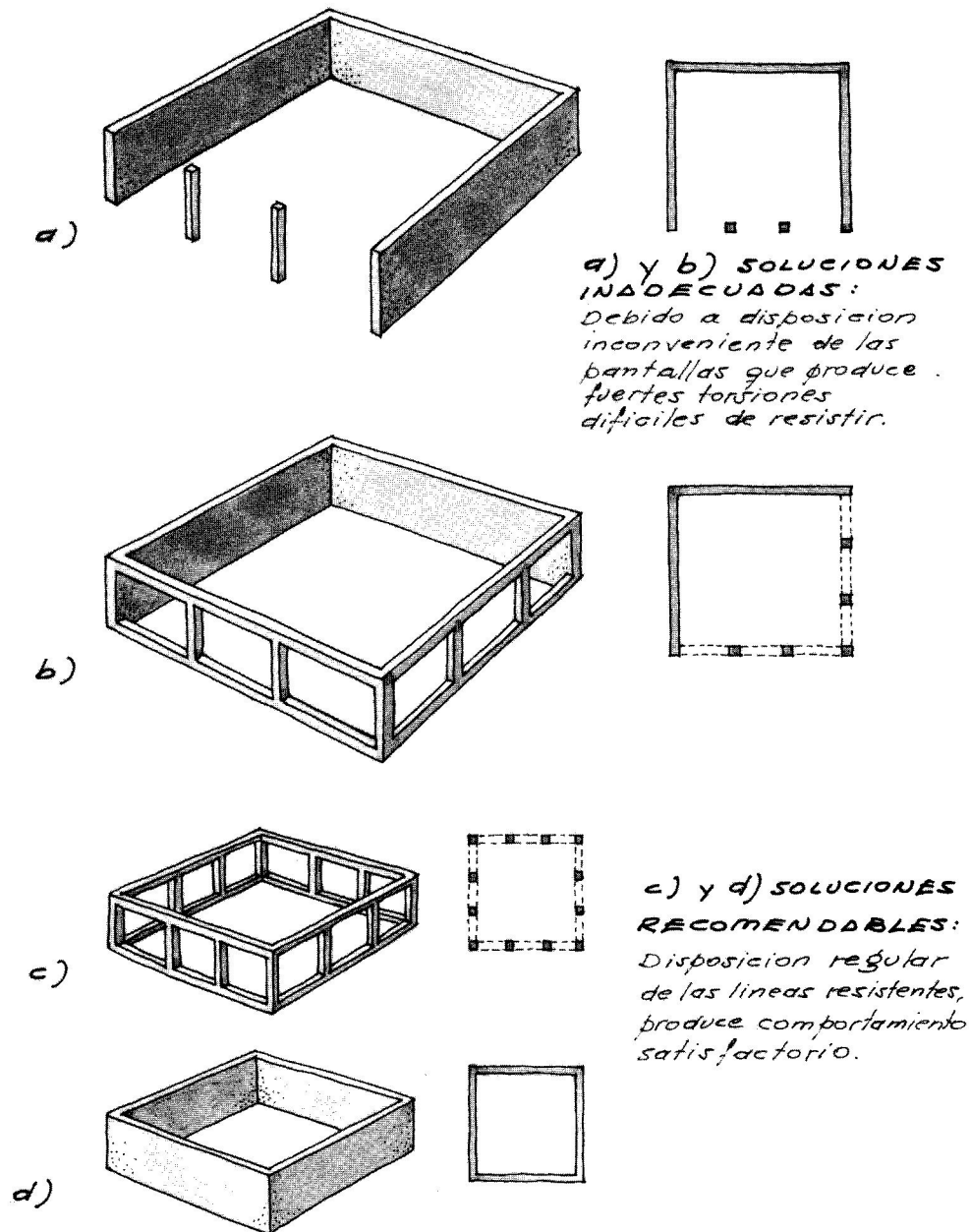
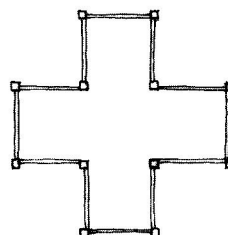
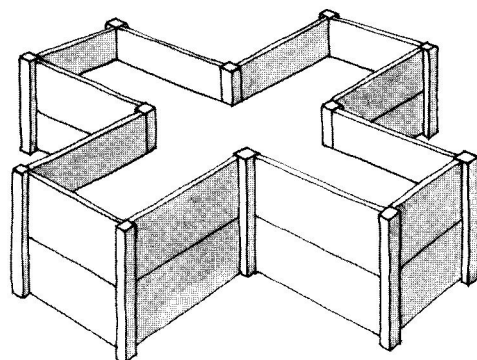
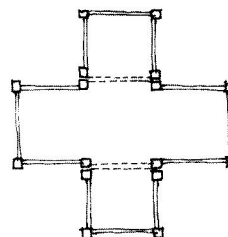
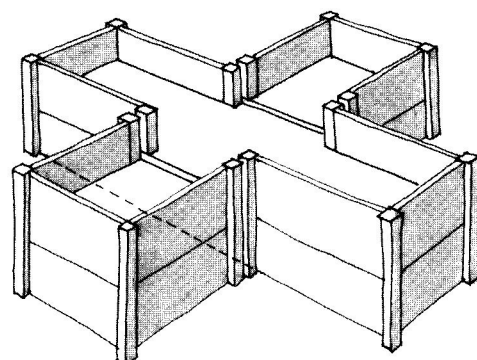


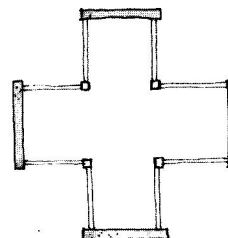
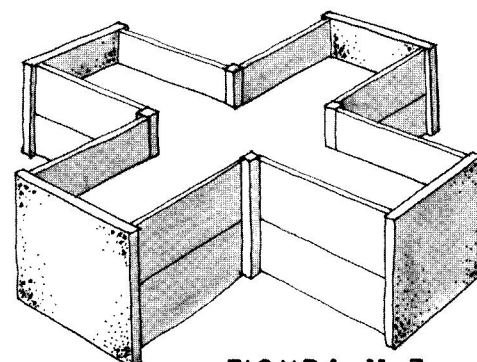
FIGURA 11.2



INADECUADO:
Concentración de esfuerzos
en los ángulos entrantes.
Diferentes periodos para
diferentes partes del edificio.

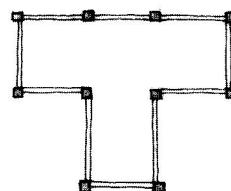
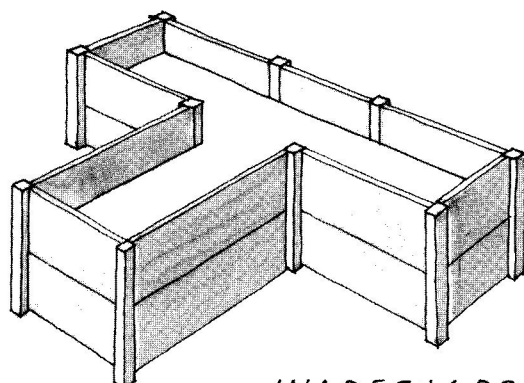


RECOMENDACIONES:
a) Separar en cuerpos.



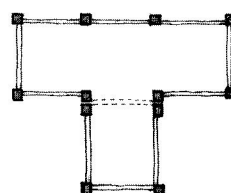
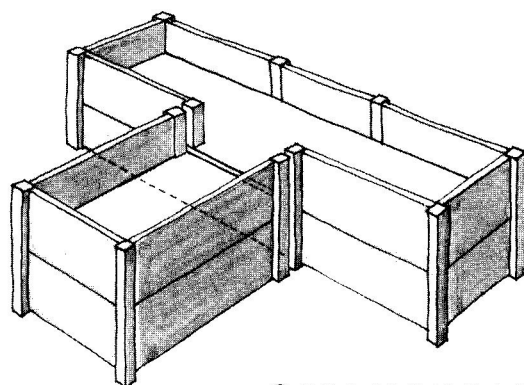
b) Rigidizar las
alas con pantallas.

FIGURA 11.3



INADECUADO:

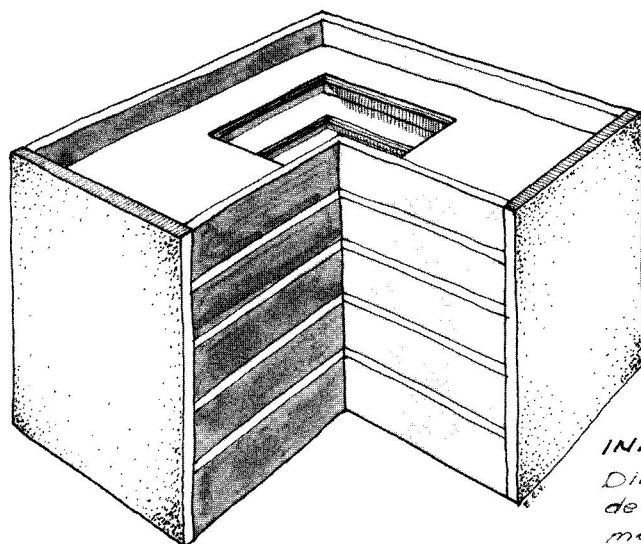
*Concentración de esfuerzos en los ángulos entrantes.
Diferentes periodos para diferentes partes del edificio.*



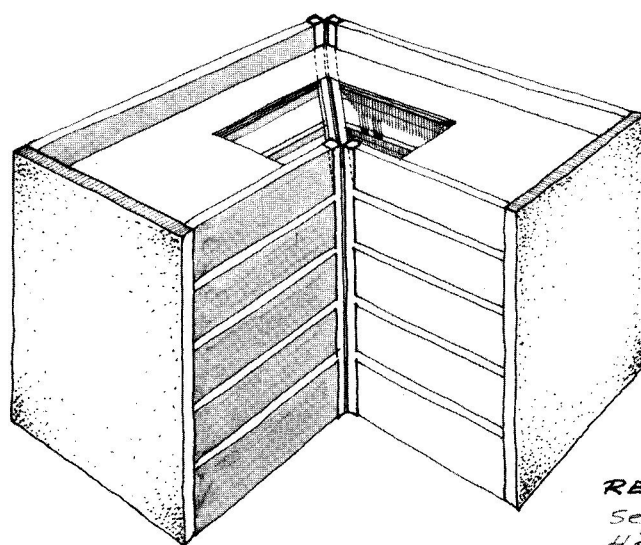
RECOMENDACION:

Separar en cuerpos.

FIGURA 11. 4

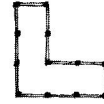
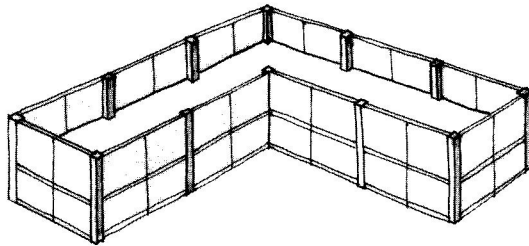


INADECUADO:
*Diafragma rígido
debilitado en zona
mas critica.*

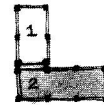
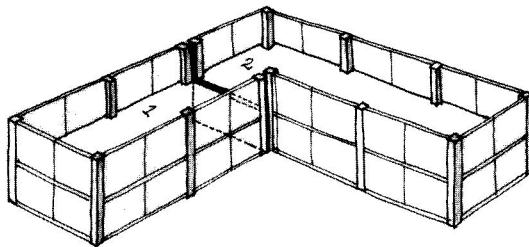


RECOMENDACION:
*Separar en cuerpos.
Hacer analisis
inelastico.*

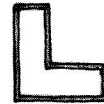
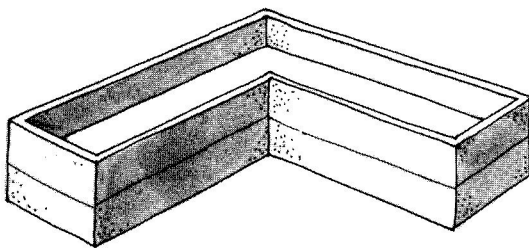
FIGURA 11.5



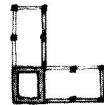
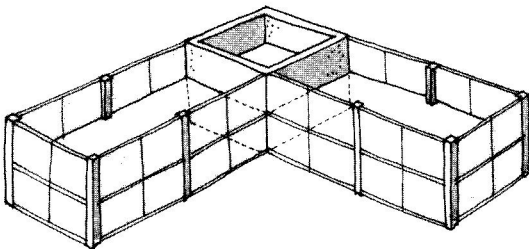
INADECUADO :
Concentración de fuerzas
en el entrante.
Diferentes periodos para
diferentes partes del edificio.



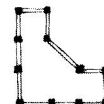
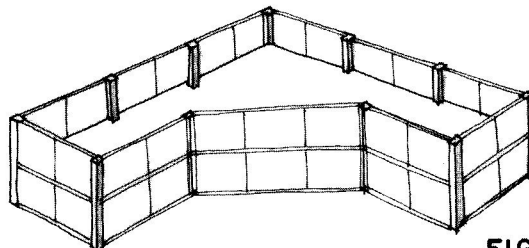
RECOMENDACIONES:
Separar en cuerpos.



Edificio muy rígido.

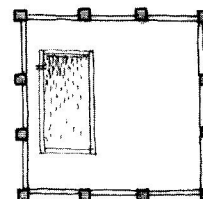
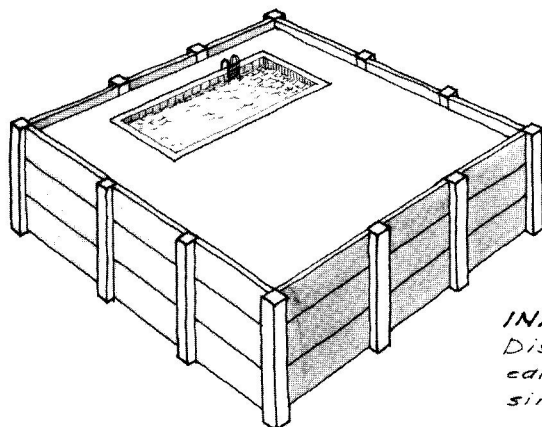


Núcleo rígido en zona de
concentración de esfuerzos.

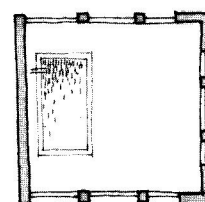
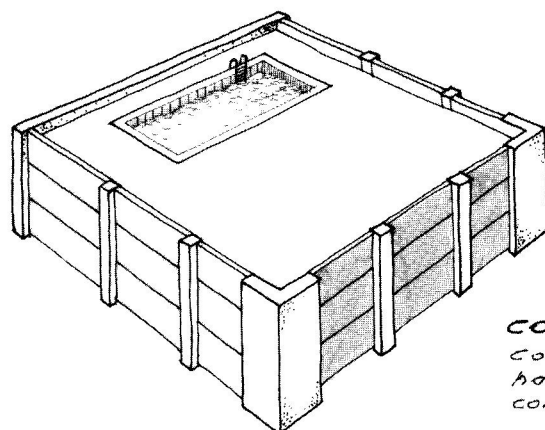


Aumento de dimensiones
en el ángulo entrante.

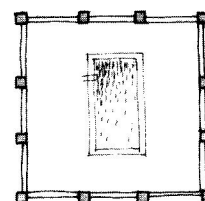
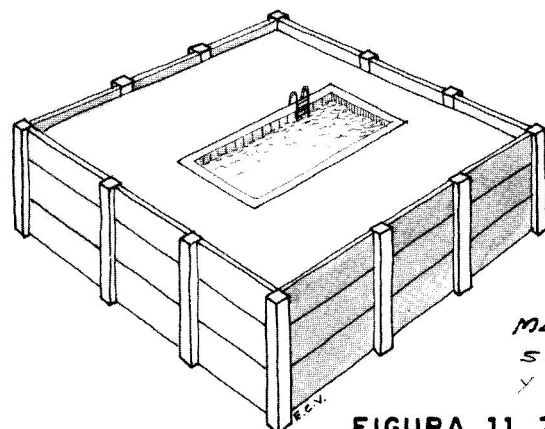
FIGURA 11.6



INADECUADO:
Disposicion asimetrica de
cargas. Disposicion
simetrica de rigideces.



CORRECTO:
Concentracion de rigideces
hacia el sitio donde se
concentran las cargas.



MAS RECOMENDABLE:
Simetria de cargas
y rigideces.

FIGURA 11.7

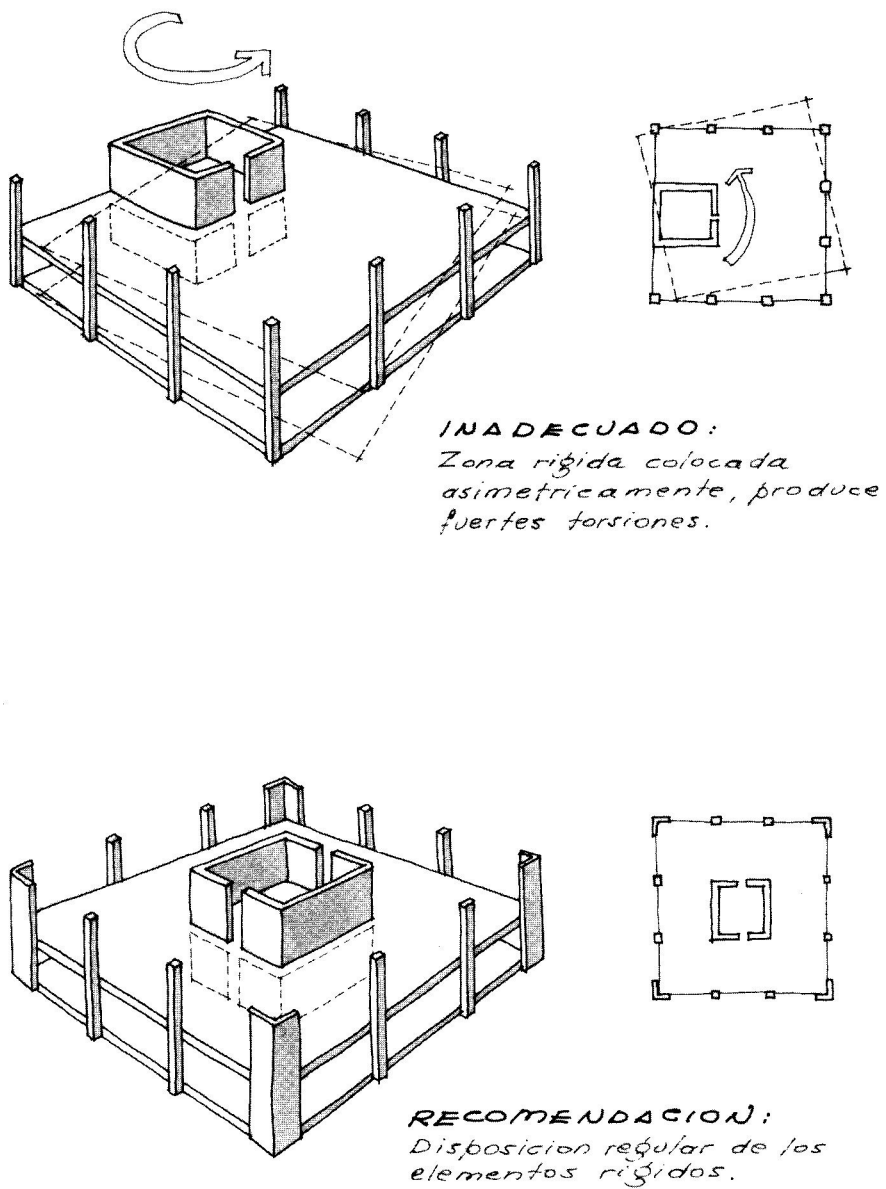
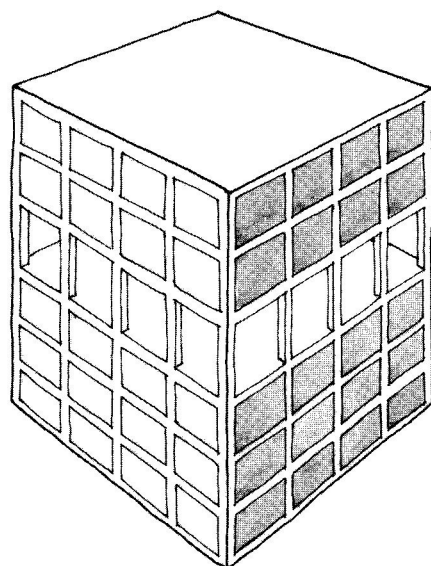
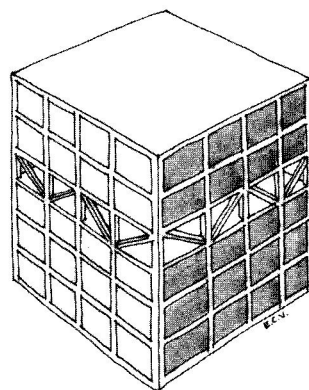
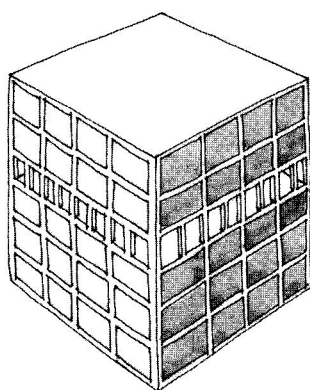


FIGURA 11.8

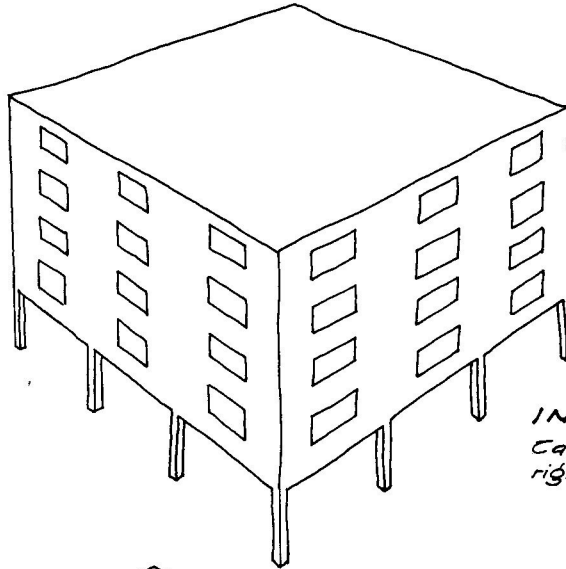


INADECUADO:
Cambio brusco de rigideces en un nivel intermedio.

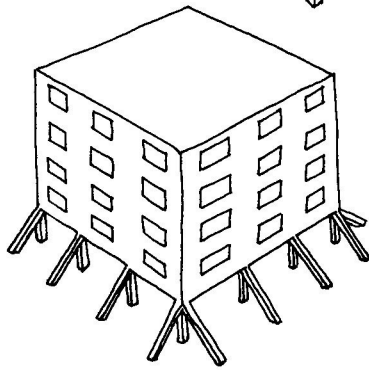


CORRECTO:
Diseñar elementos adicionales de rigidación.

FIGURA 11.9



INADECUADO:
*Cambio brusco de
rigideces en planta baja.*



CORRECTO:
*Diseñar elementos adicionales
de rigidización que pueden
tener diversas disposiciones.*

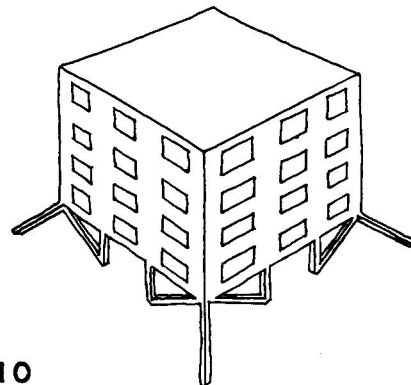
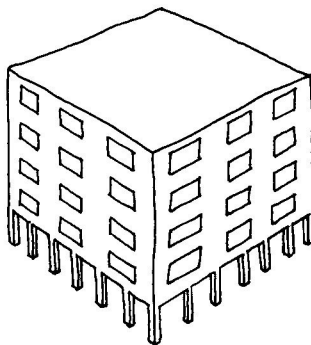
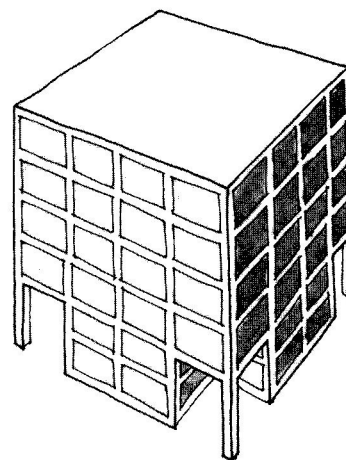
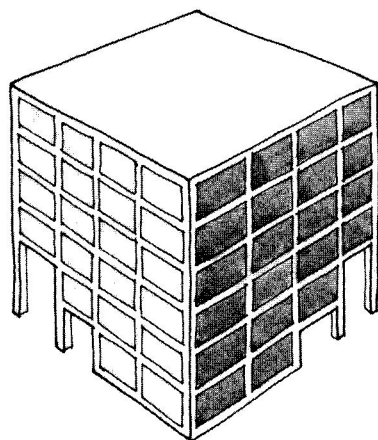
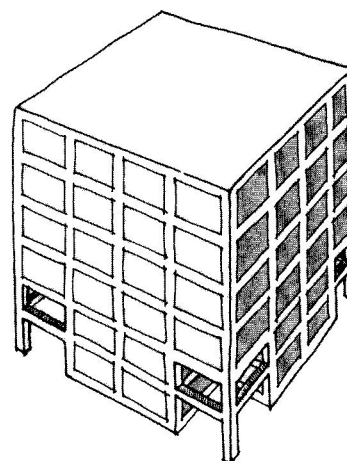
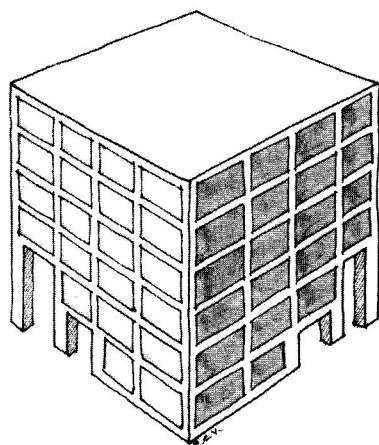


FIGURA 11.10

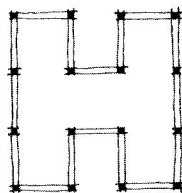
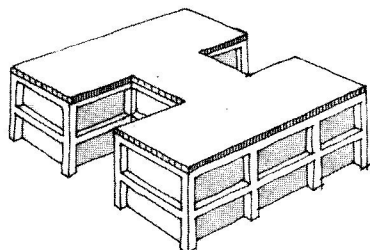


INADECUADO:
*Irregularidades y cambios
bruscos en la disposición de
vigas y columnas.*

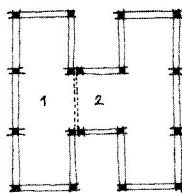
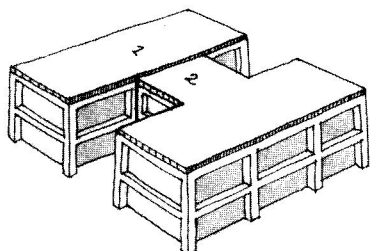


CORRECTO:
*Aumento de rigidez en
las zonas irregulares.*

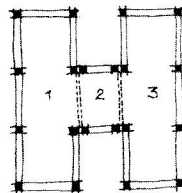
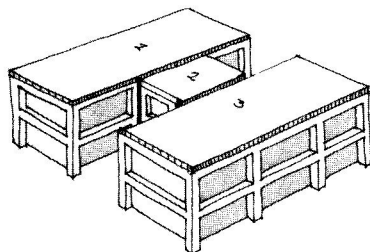
FIGURA 11.11



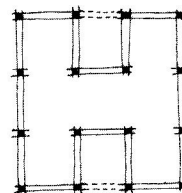
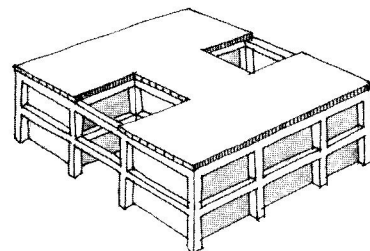
INADECUADO:
Concentración de esfuerzos en ángulos entrantes.
Diferentes periodos en diferentes partes del edificio.



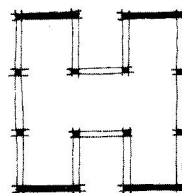
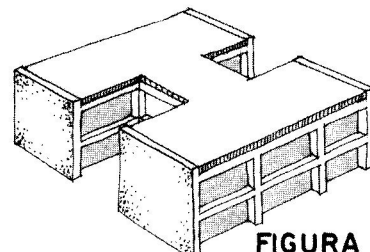
RECOMENDACIONES:
a) Separar en 2 cuerpos.



b) Separar en 3 cuerpos. Si no se llega a una exagerada esbeltez.



c) Enlazar las alas del edificio con vigas.



d) Rigidizar las alas con pantallas.

FIGURA 11.12

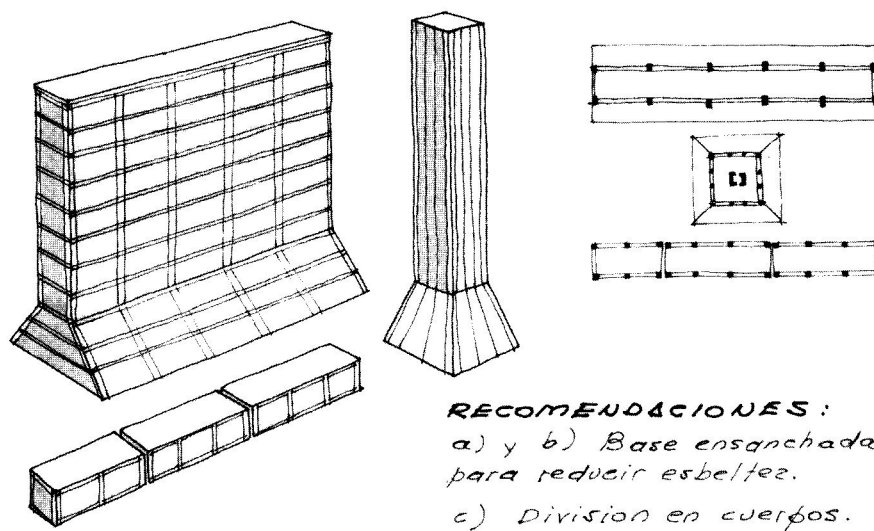
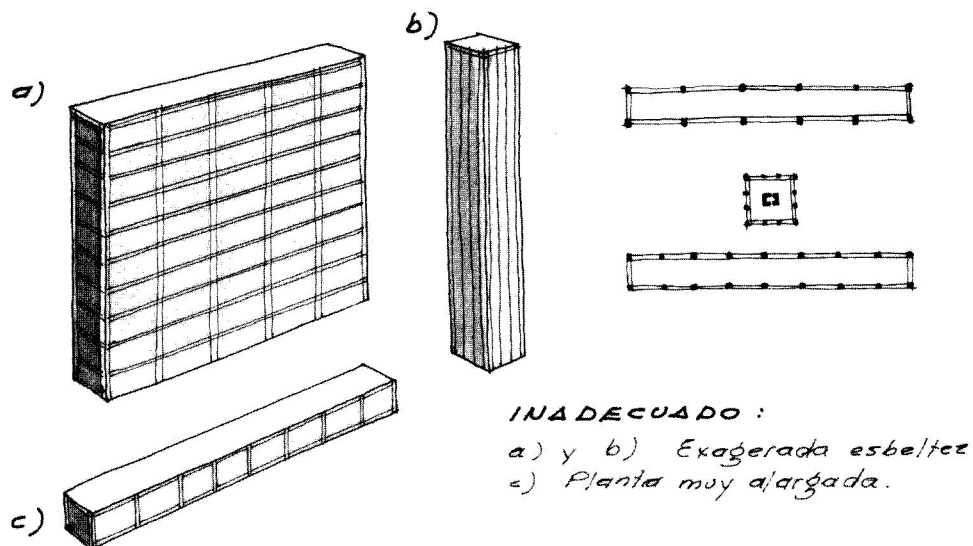
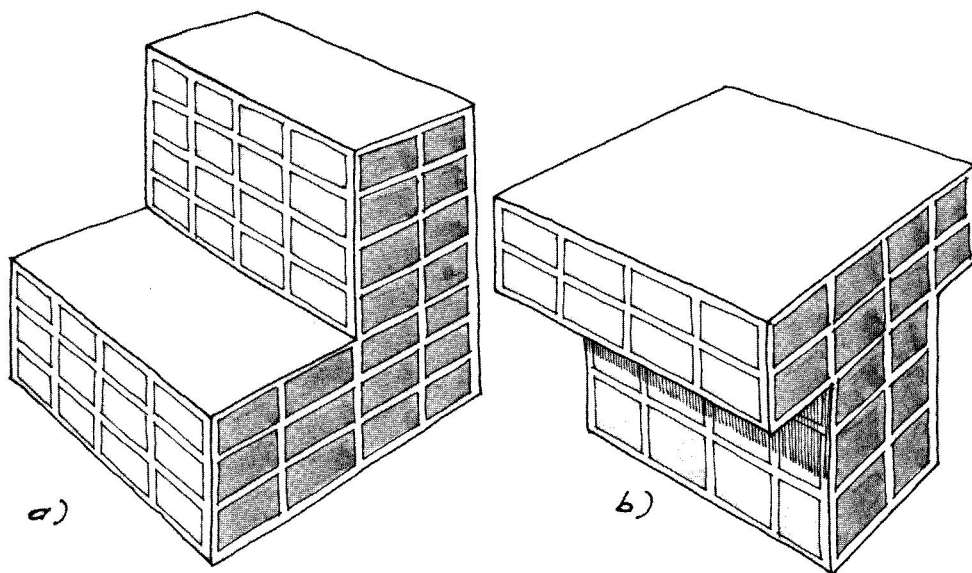
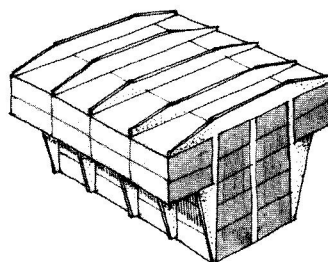


FIGURA 11.13



INADECUADO:

Concentración de fuerzas
en los entrantes. Diafragma
sometido a esfuerzos elevados
en los cambios de dimension.



RECOMENDACIONES:

caso a) Separar en cuerpos

caso b) Sistema estructural
que reduzca el efecto de los
remetimientos.
Hacer análisis dinámico.

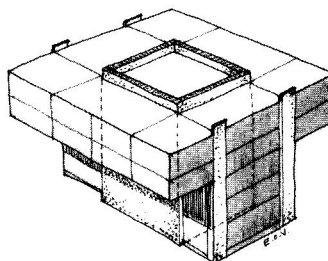
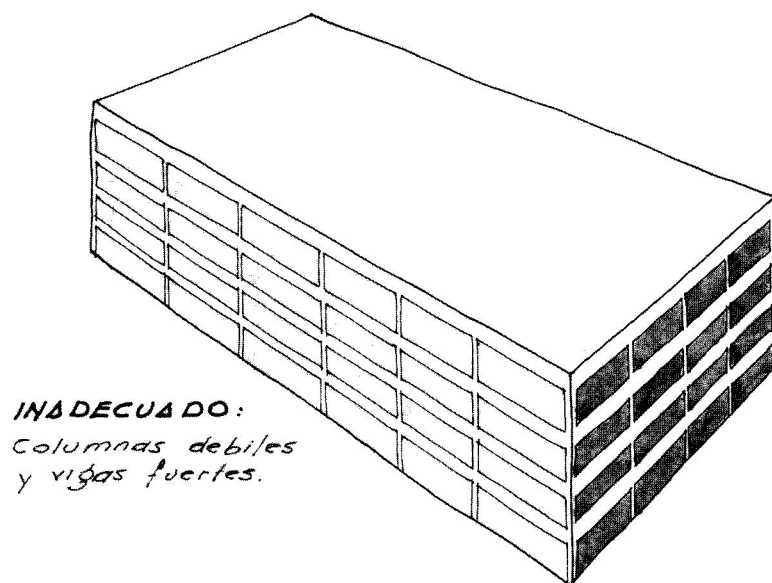
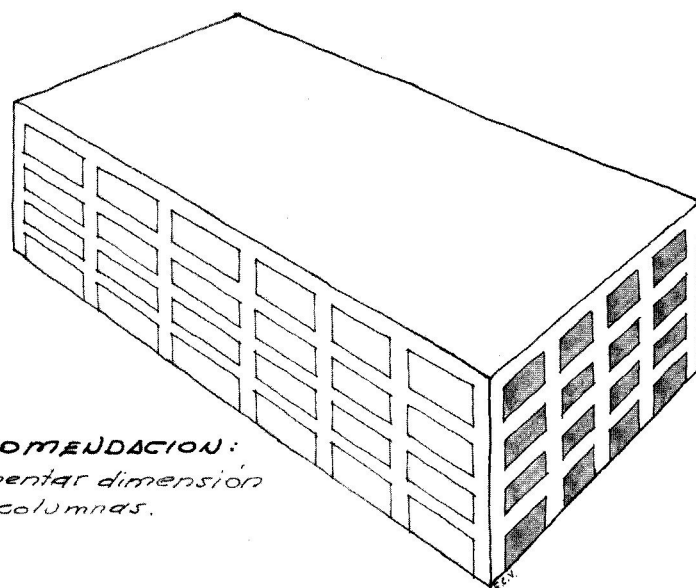


FIGURA 11.14

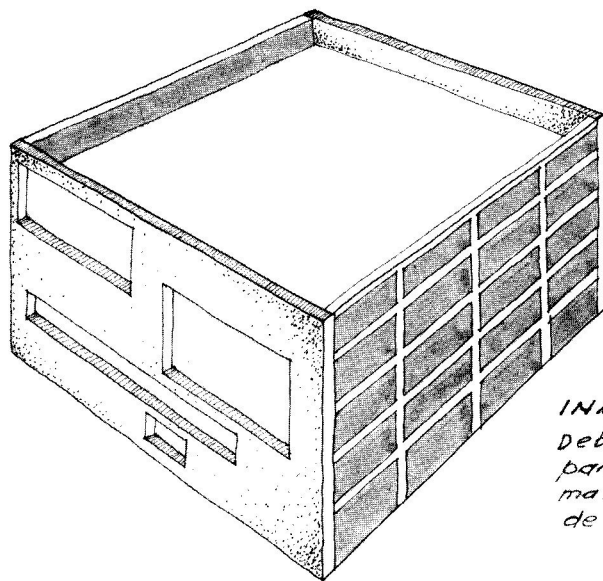


INADecuado:
*Columnas debiles
y vigas fuertes.*



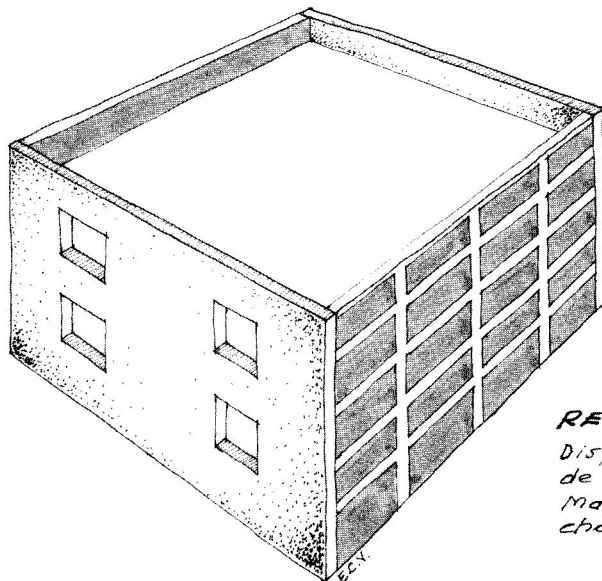
RECOMENDACION:
*Aumentar dimension
de columnas.*

FIGURA 11.15



INADECUADO:

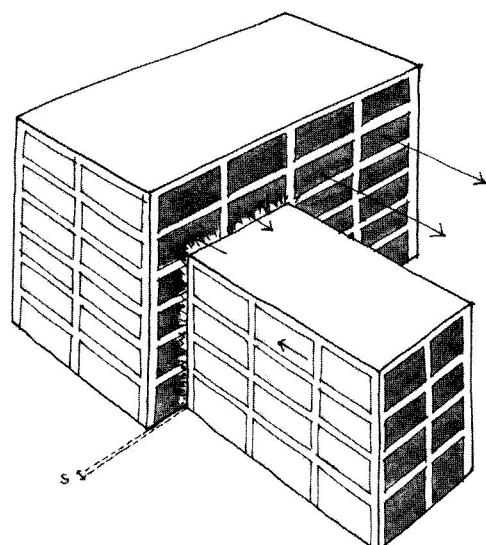
*Debilitamiento de la
pantalla en puntos de
maxima transferencia
de fuerzas.*



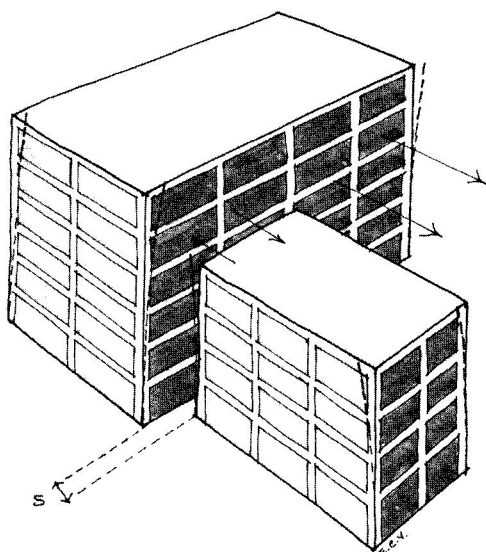
RECOMENDACION:

*Disposicion regular
de aberturas.
Mayor area aprove-
chable de pantallas.*

FIGURA 11.16

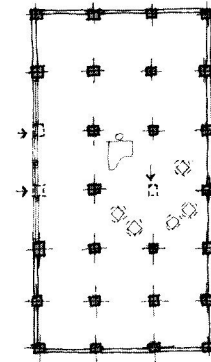
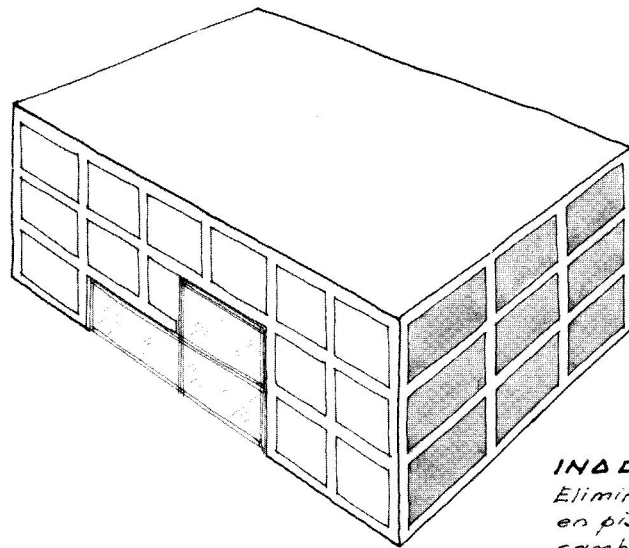


INADECUADO:
Edificios demasiado pegados; posibilidad de golpeo en caso de sismo.

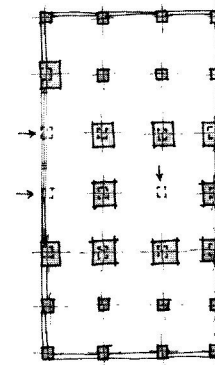
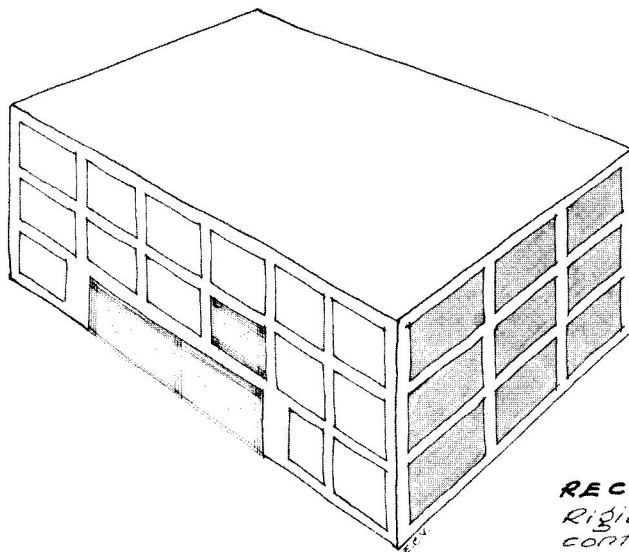


RECOMENDACION:
Separar los cuerpos la distancia necesaria para permitir vibraciones en sentidos opuestos en caso de sismo.

FIGURA 11.17

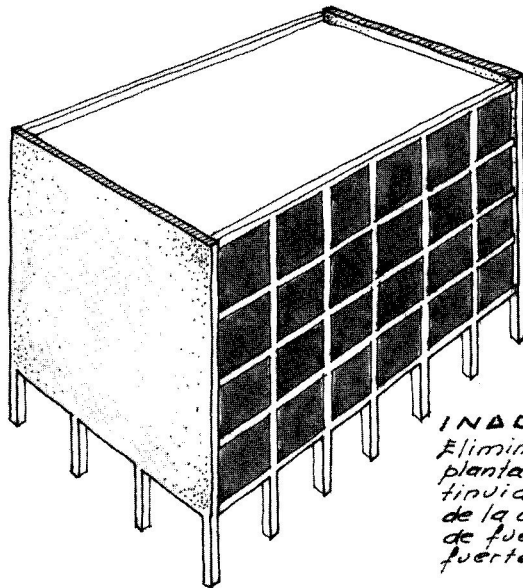


INADECUADO :
*Eliminación de columnas
en pisos bajos producen
cambios bruscos de rigidez.*

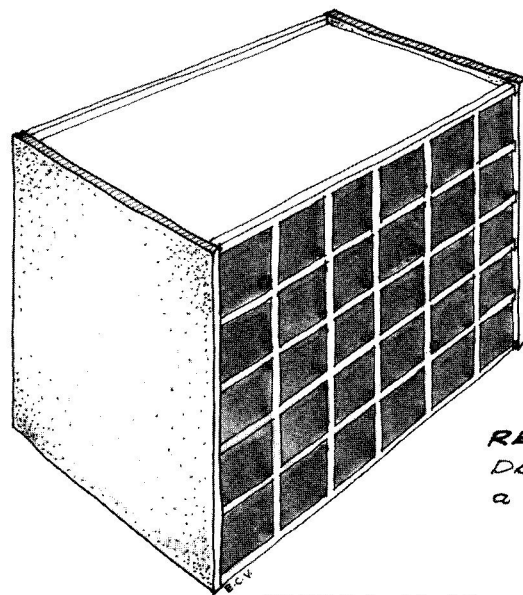


RECOMENDACION :
*Rigidizar columnas
contiguas a la zona
de columnas eliminadas.*

FIGURA 11.18

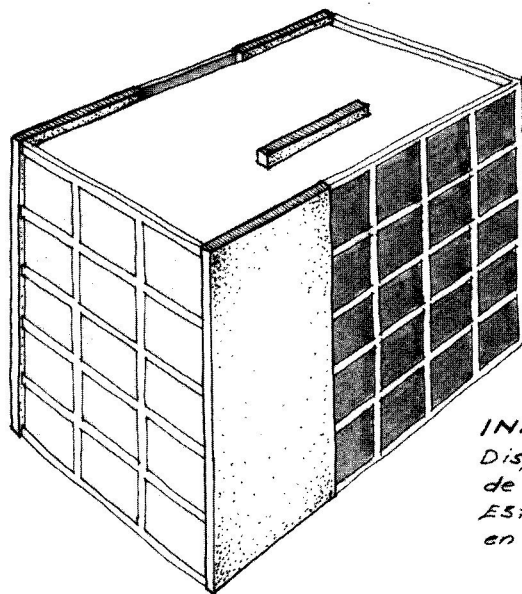


INADECUADO :
Eliminación de pantallas en planta baja produce discontinuidad en las trayectorias de la carga y concentración de fuerzas en elementos fuertemente cargados.

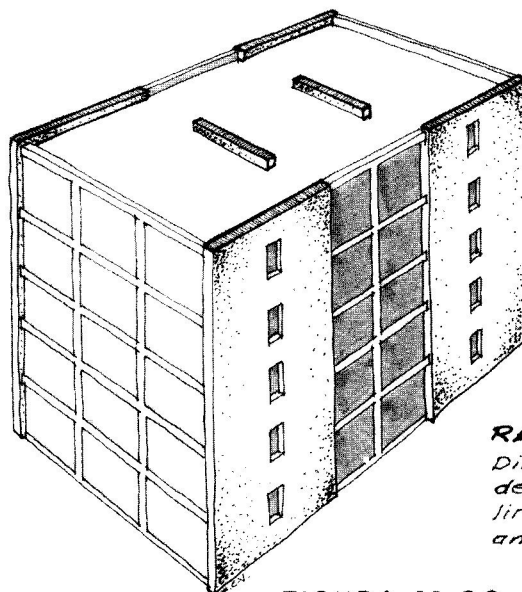


RECOMENDACION:
Dar continuidad a las pantallas.

FIGURA 11.19



INADECUADO:
*Disposicion inconveniente
de pantallas.
Estructura muy debil
en una direccion.*



RECOMENDACION:
*Disposicion regular
de pantallas. Proveer
lineas resistentes en
ambas direcciones.*

FIGURA 11.20



CASA TORRE BREMEN-ALEMANIA

*EDIFICIO DE MUROS ESTRUCTURALES
EN FORMA DE ABANICO.
EN ZONA SISMICA HUBIERA
REQUERIDO ELEMENTOS MAS
FUERTES Y RIGIDOS EN LA
FACHADA PRINCIPAL.*

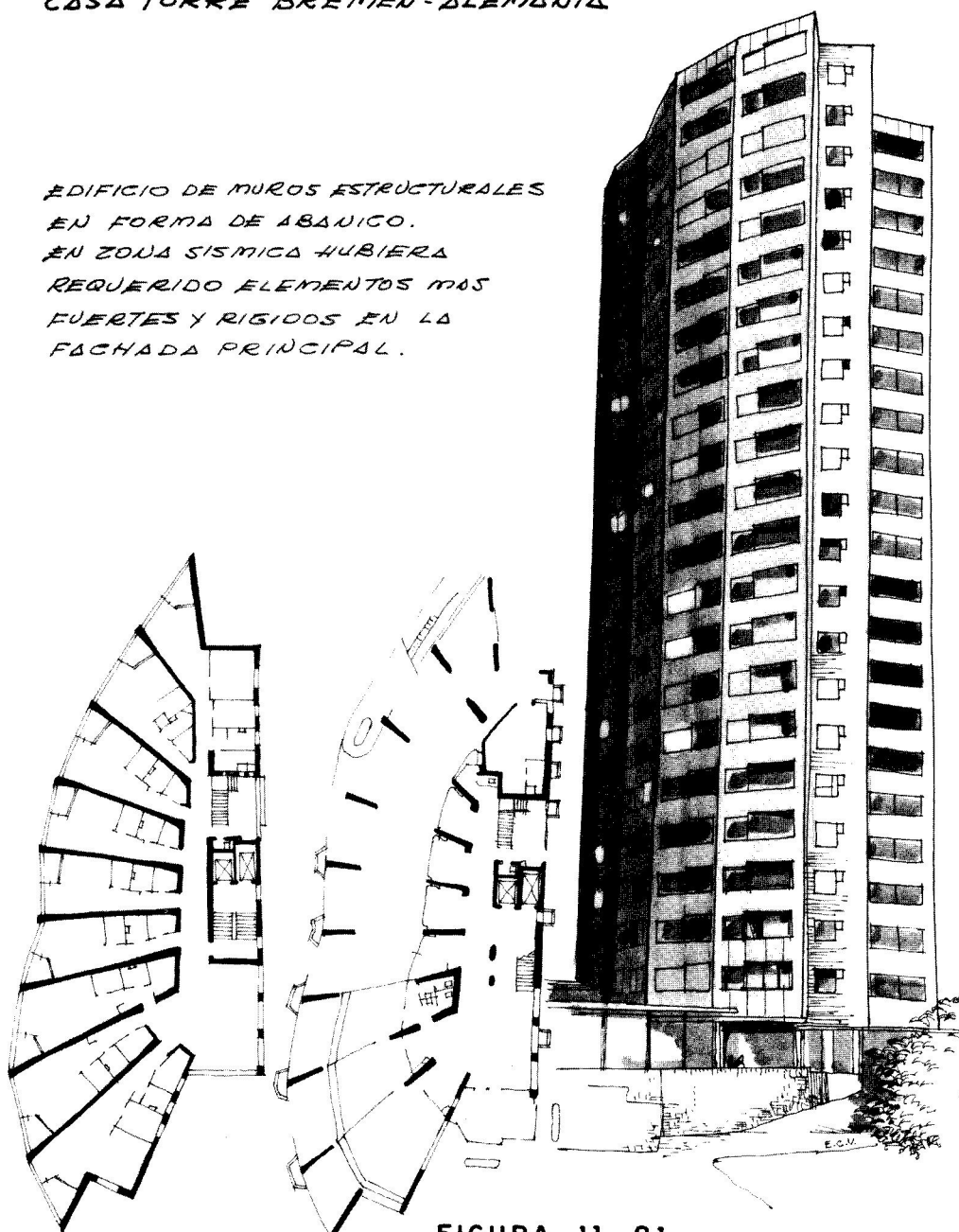
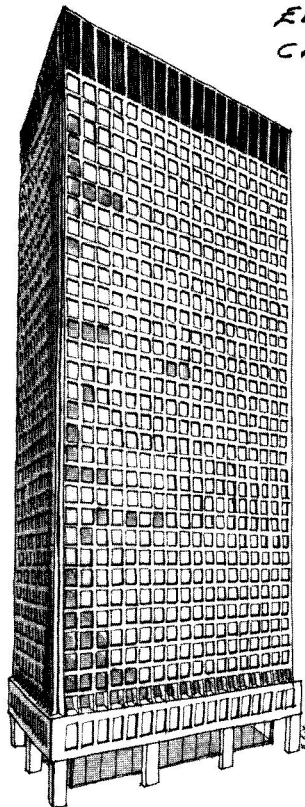


FIGURA 11. 21



*EDIFICIO BRUNSWICK. 38 PISOS
CHICAGO.*



*EDIFICIO CON FACHADA RESIS-
-TENTE Y TUBO INTERNO DE MU-
-ROS ESTRUCTURALES.
LA VIGA INFERIOR DE 7.2 mts.
DE ALTO CONSTITUYE UN ELE-
-MENTO DE TRANSICION HACIA
LA PLANTA BAJA MENOS RIGIDA.
FUE DISEÑADA MEDIANTE
ESTUDIOS EN MODELOS*

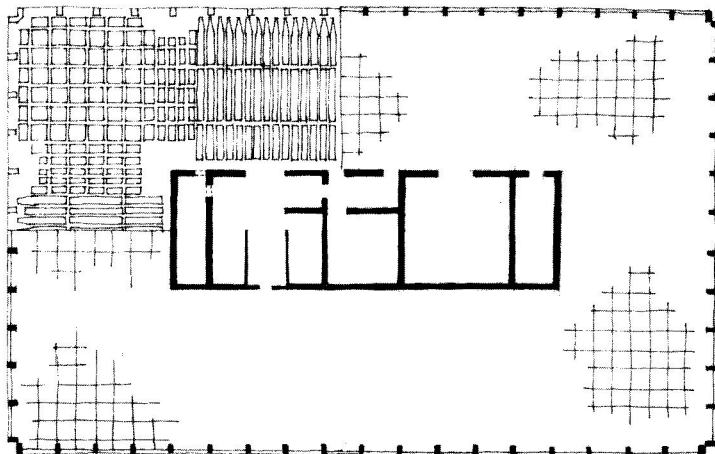
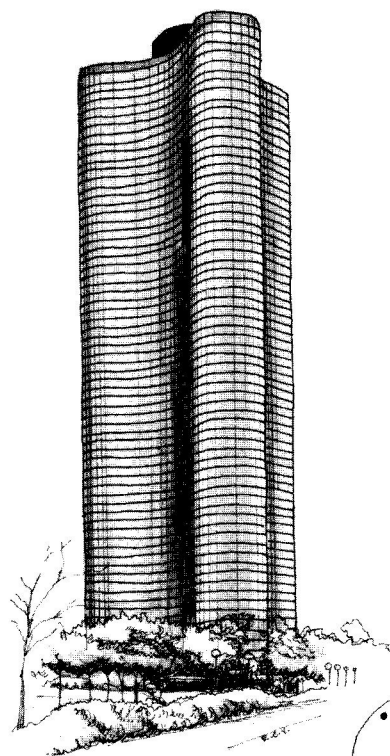


FIGURA 11. 22



LAKE POINT TOWER - CHICAGO

*UNO DE LOS EDIFICIOS MAS ALTOS
DEL MUNDO EN CONCRETO ARMADO.
SISTEMA DE MUROS ESTRUCTURALES
Y PORTICOS BIEN ORGANIZADO
A PESAR DE LA PLANTA DE FORMA
IRREGULAR.*

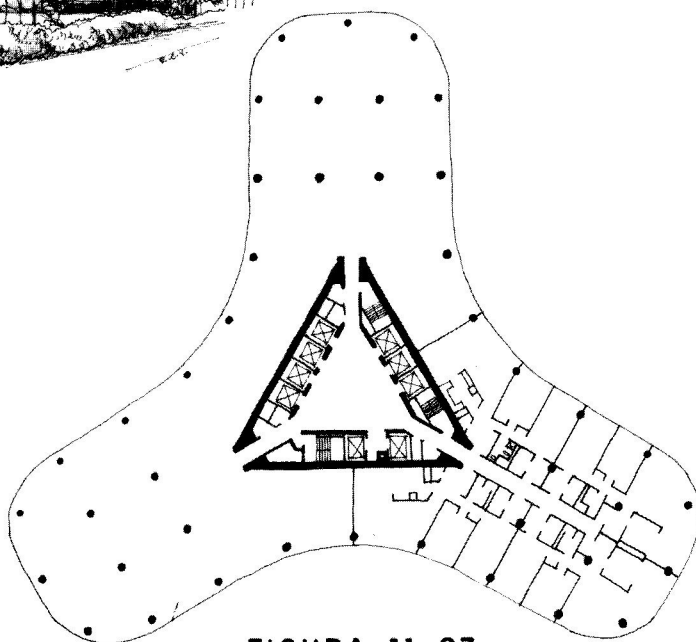
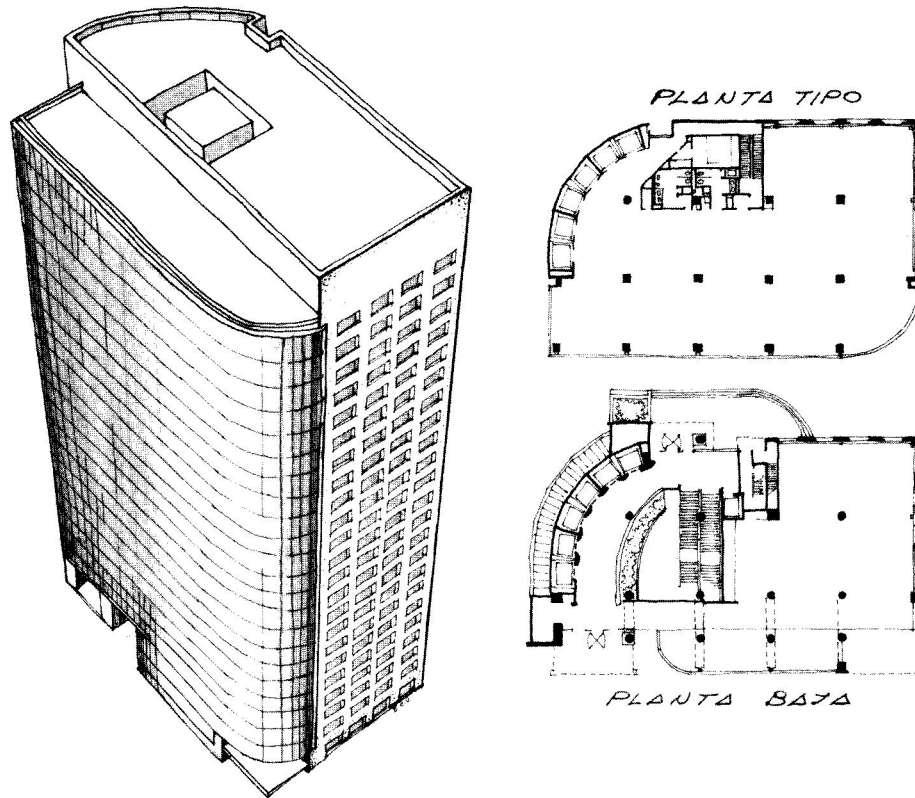


FIGURA 11.23



EIGHT PENN CENTER



OTRO EDIFICIO DE PLANTA IRREGULAR PERO
CON UN SISTEMA ESTRUCTURAL BIEN ORGANIZADO,
COMPUESTO POR MUROS ESTRUCTURALES Y
PORTICOS.

EN ZONA SISMICA SE HUBIERA REQUERIDO UN
MEJOR BALANCE DE RIGIDECES PARA CORTAR
TORSION.

FIGURA 11.24



UNIDAD DE HABITACIONES - MARSELLA.

*EDIFICIO APORTICADO CON
PLANTA BAJA LIBRE SOBRE
GRANDES COLUMNAS DE
CONCRETO.
NO ESTÁ EN ZONA SISMICA.*

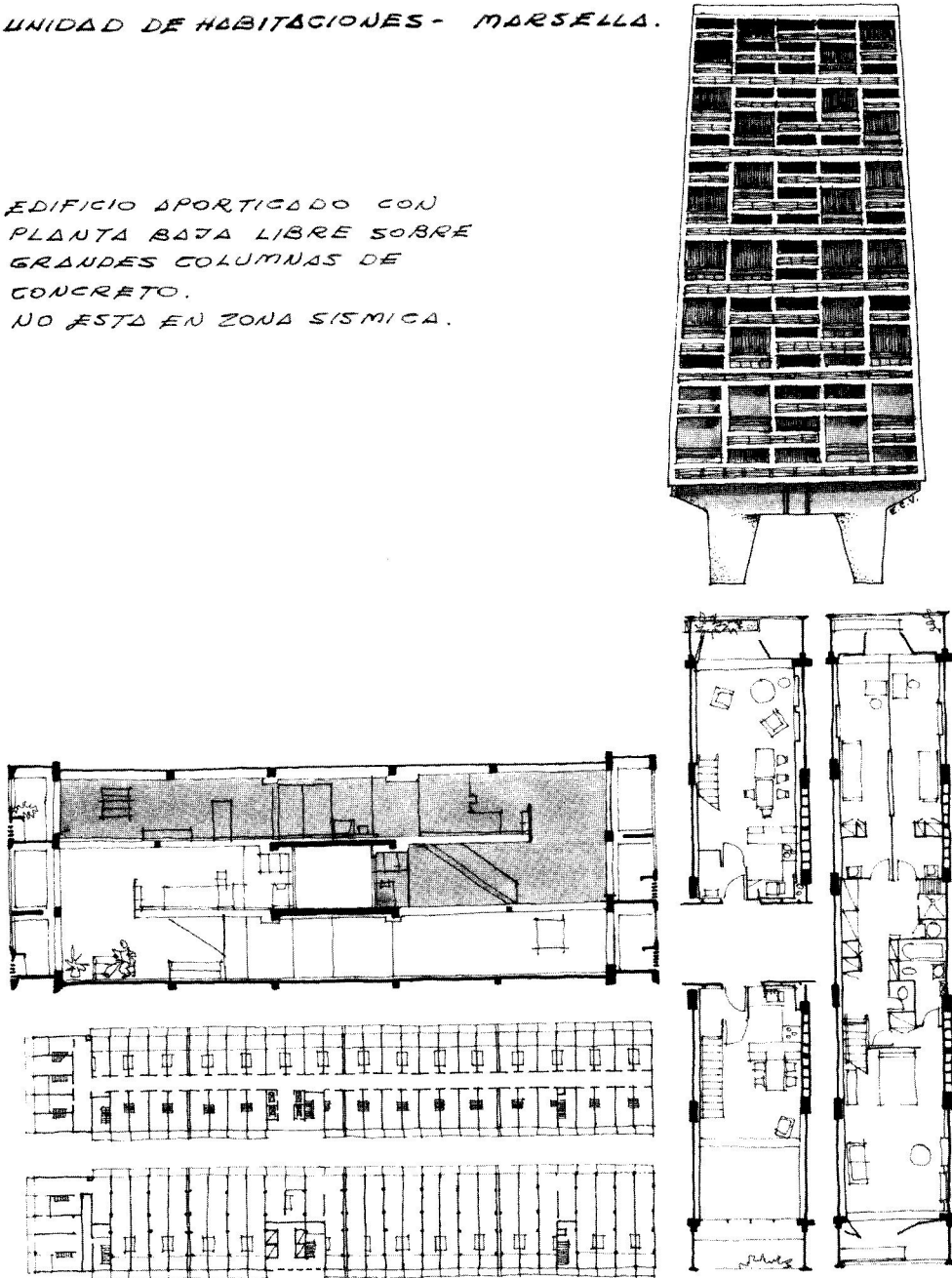
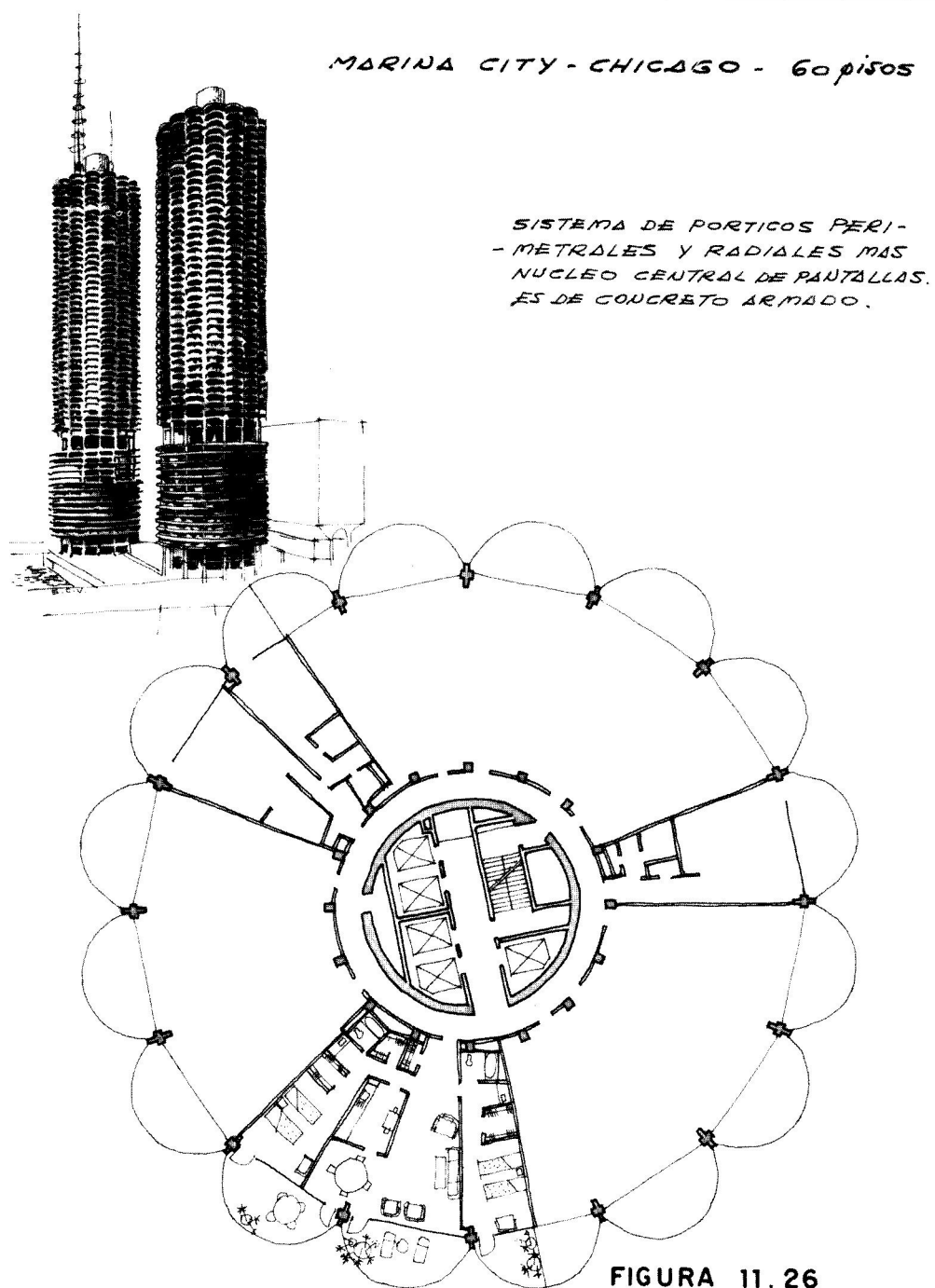
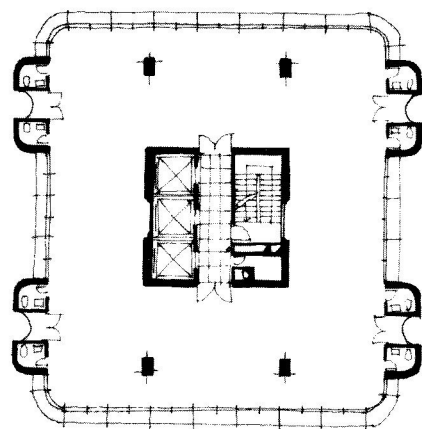


FIGURA 11. 25





TORRE DELTA - CARACAS

*EDIFICIO DE PILONES DE
CONCRETO DISPUESTOS
EN FORMA SIMETRICA.
LAS 4 COLUMNAS RESISTEN
PRINCIPALMENTE CARGA
VERTICAL.*

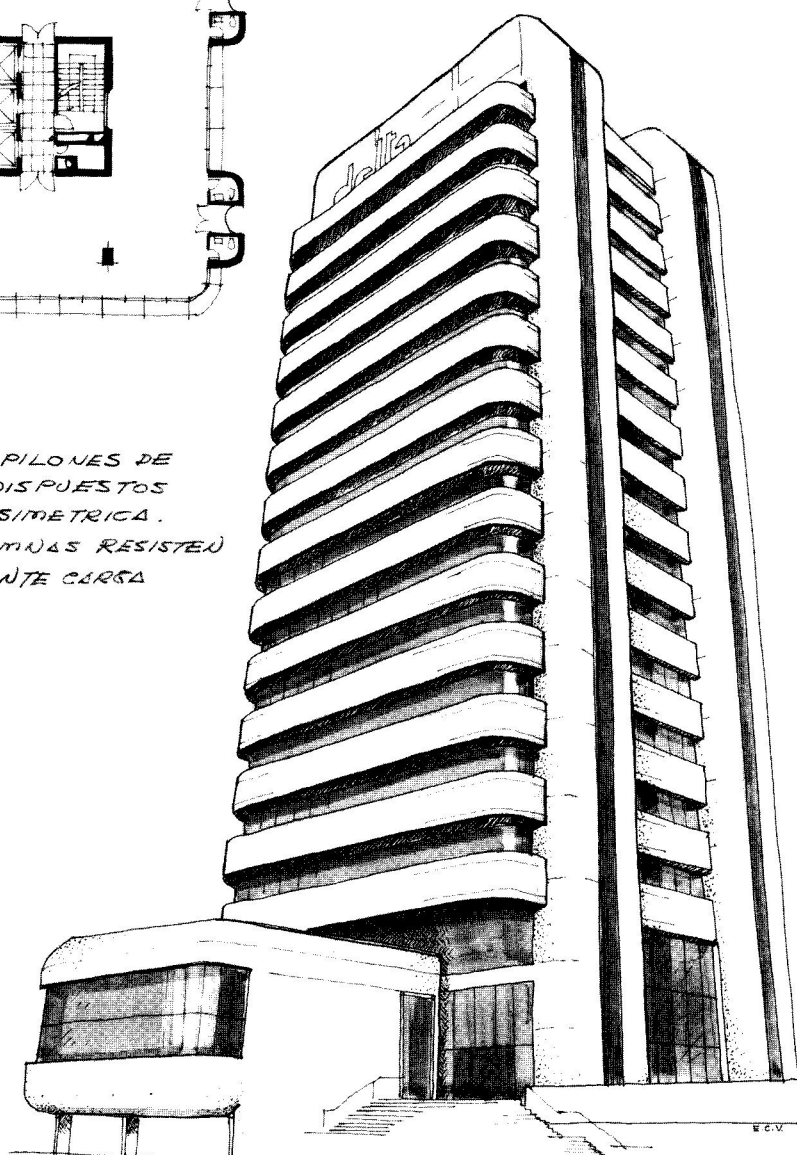


FIGURA 11.27



TORRE BRITÁNICA - CARACAS.

*EDIFICIO CRUCIFORME DE
PORTICOS Y MUROS ESTRUCTURALES EN LOS EXTREMOS
DE LOS BRAZOS PARA UN
MEJOR BALANCE DE RIGIDECES.*

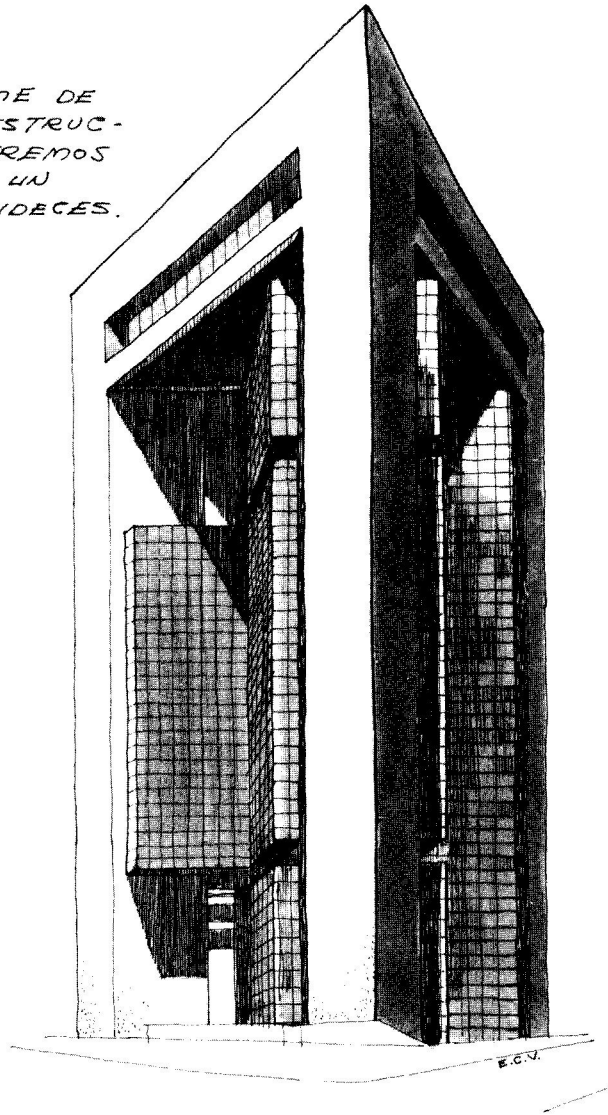


FIGURA 11.28



TORRE BRITANICA. CARACAS

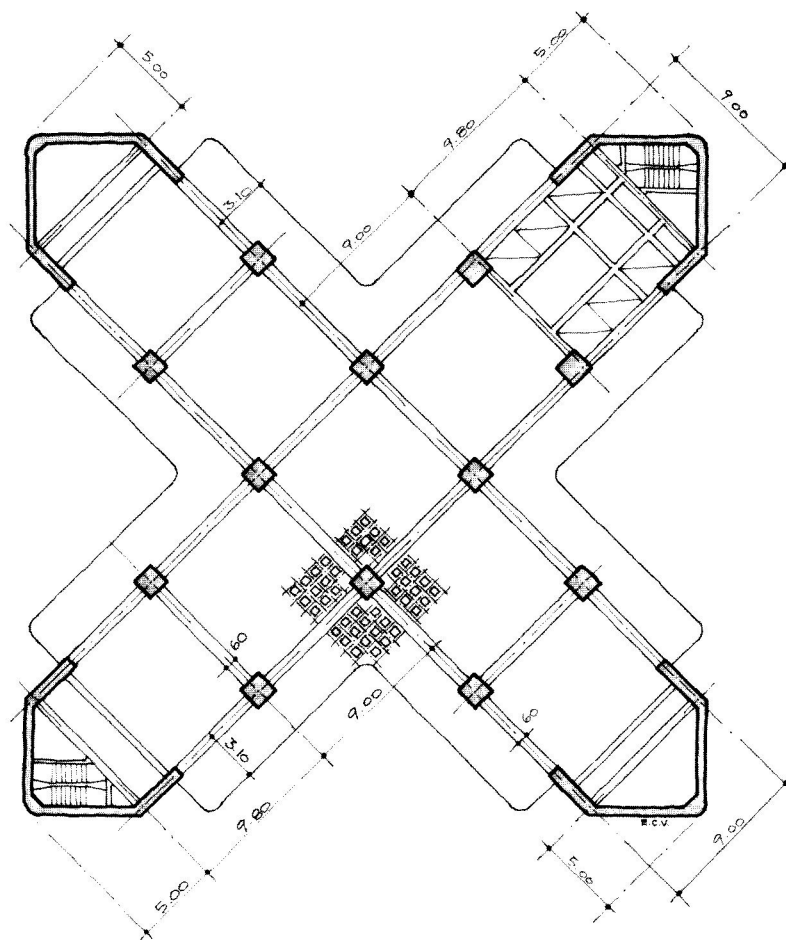


FIGURA 11.29



*EDIFICIO
BANCO CENTRAL*

*EDIFICIO DE PORTICOS
MAS PANTALLAS.
SE APROVECHAN DE
MANERA EFICIENTE
LAS VENTAJAS DE AM-
-BOS SISTEMAS RESIS-
-TENTES.*

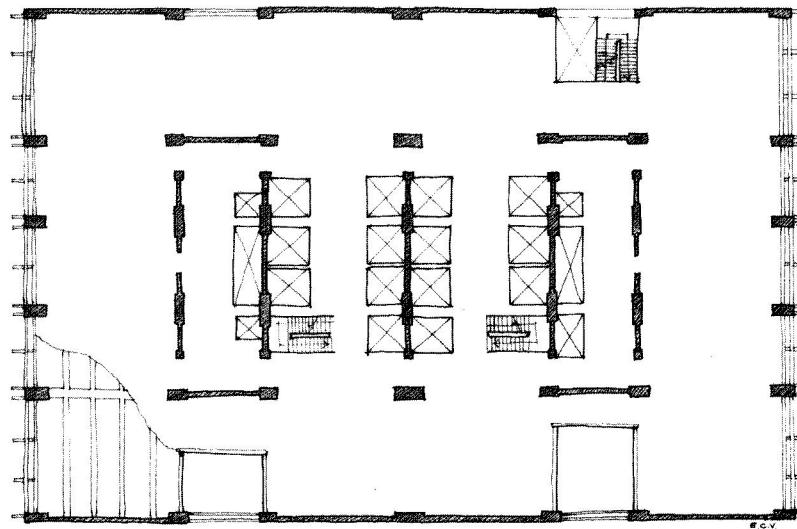
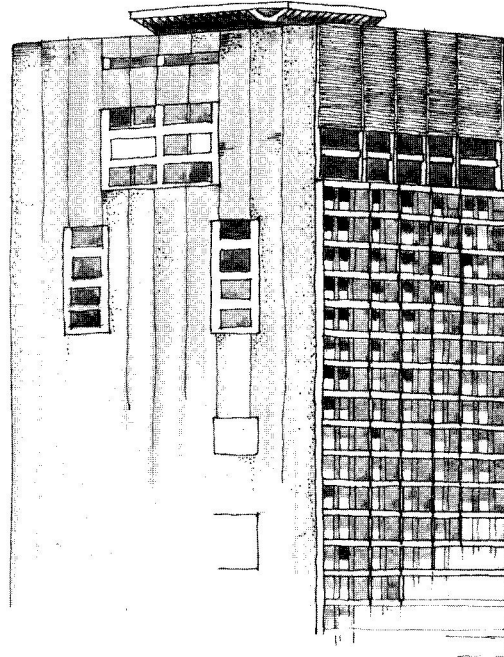


FIGURA 11.30



EDIFICIO
BANCO CENTRAL - CARACAS

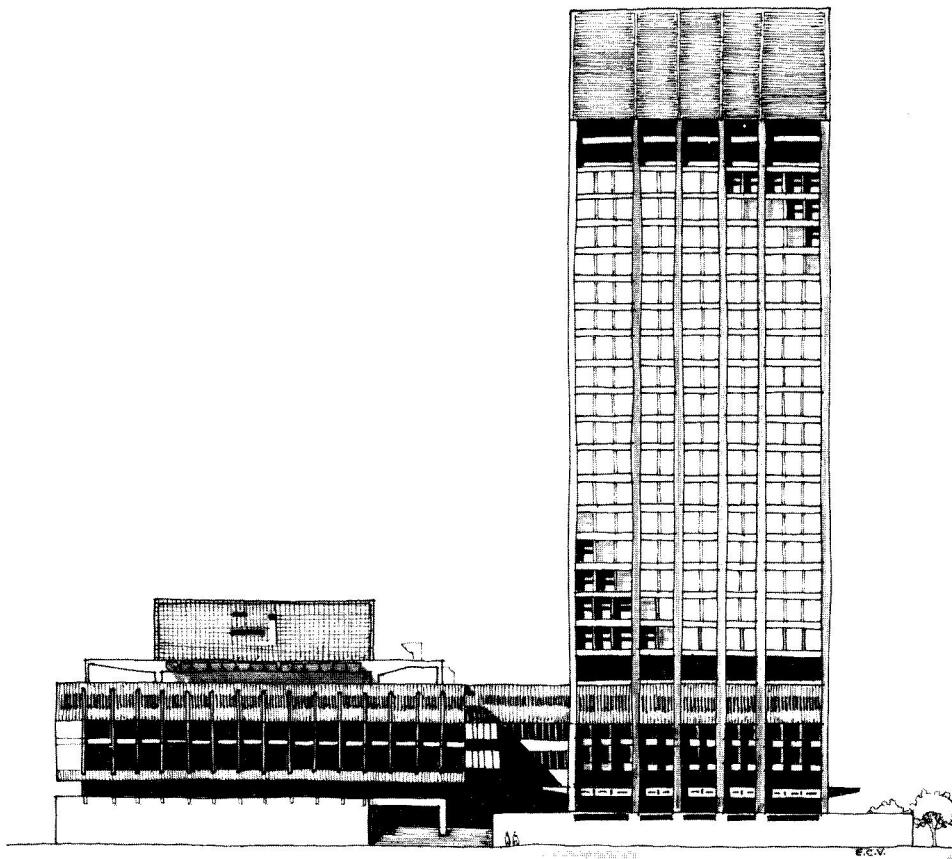


FIGURA 11.31



EDIFICIO BANCO METROPOLITANO

- EDIFICIO DE PLANTA IRREGULAR
CON SEVERAS EXIGENCIAS ARQUI-
- TECTONICAS ; SOLUCION A BASE
DE PANTALLAS Y PORTICOS ADE-
- CUADAMENTE DISPUESTOS PARA
OBTENER BUENA RESISTENCIA
ANTISISMICA .

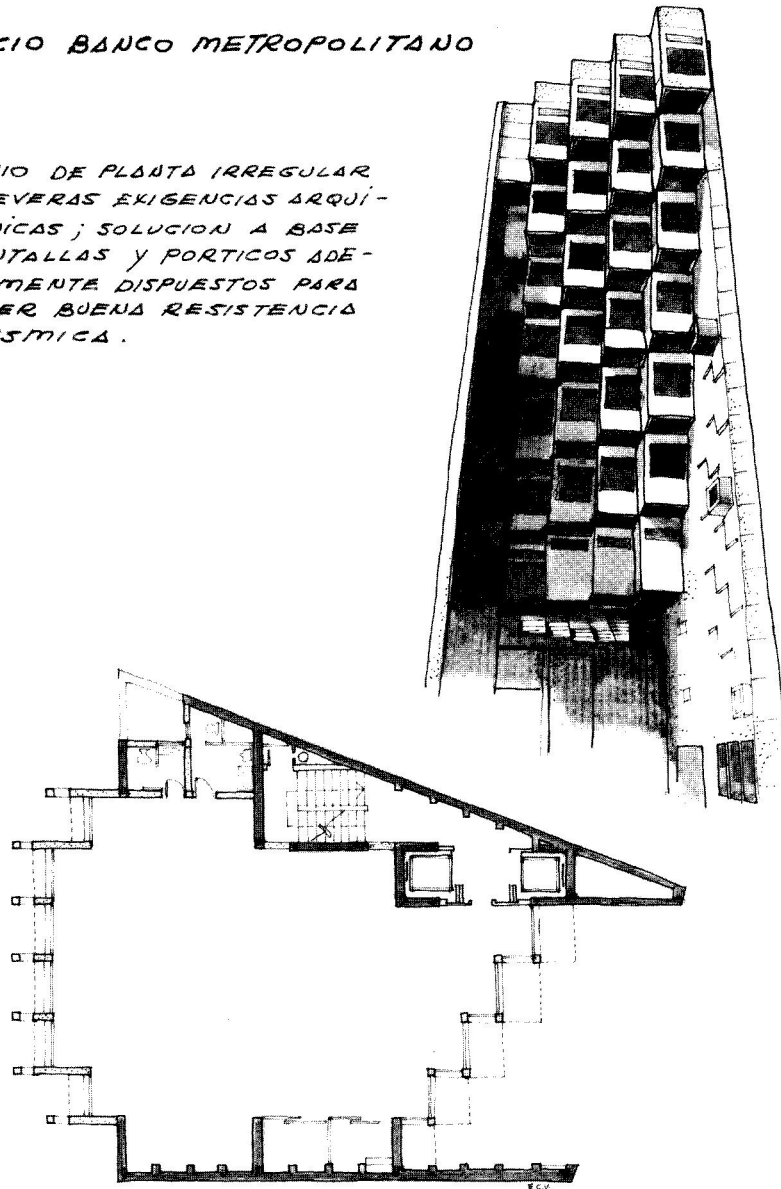


FIGURA 11.32



EDIFICIO BANCO METROPOLITANO - CARACAS

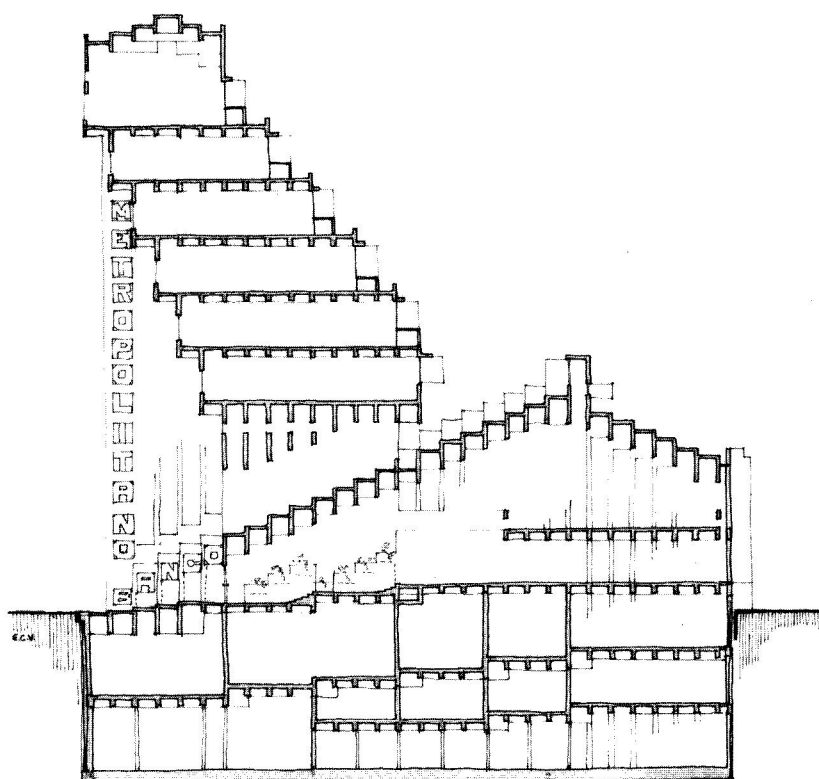


FIGURA 11. 33